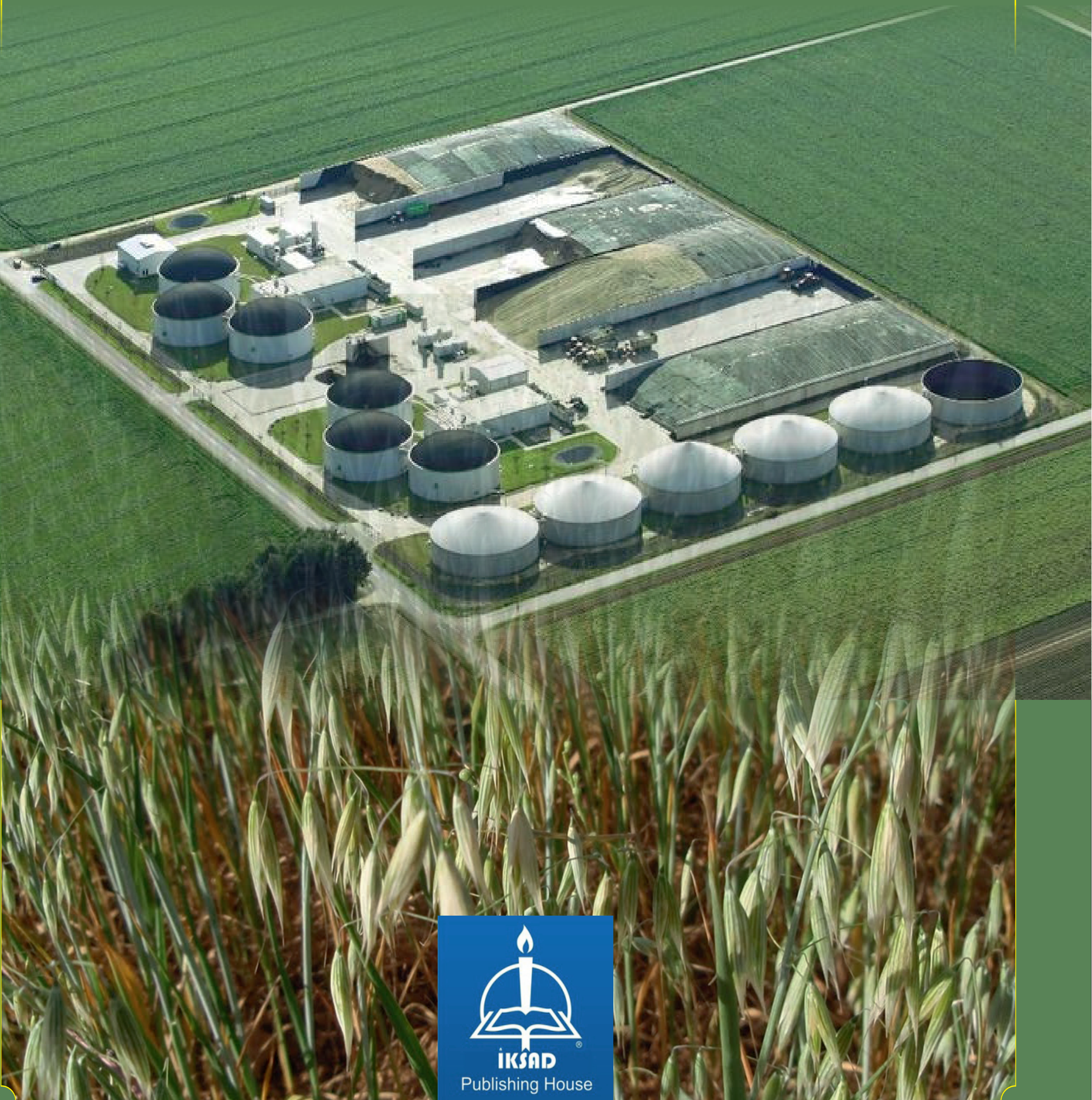
ENERJİ AÇISINDAN YULAF

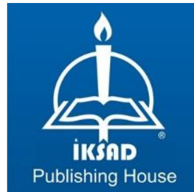
Dr. Öğr. Üyesi İsmail Naneli



ENERJİ AÇISINDAN YULAF

Dr. Öğr. Üyesi İsmail NANELİ

https://orcid.org/0000-0002-6377-5263



Institution of Economic Development and Social Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

ISBN: 978-625-8323-03-0
Cover Design: Selim BULUT
June / 2022
Ankara / Turkey
Size: 16x24cm

ÖNSÖZ

Dünyada artan nüfusun enerji talebinin karşılanması büyük önem arz etmektedir. Fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin yüksek maliyetli olmasının yanı sıra çevresel sorunlar oluşturması durumu insanları yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönlendirmektedir. Özellikle evsel atıklar, endüstriyel atıklar, bitkisel ve hayvansal atıklar biyogaz tesislerinde dönüşümleri sağlanıp elektrik ve ısı enerjisi olarak kullanılabilmektedir. Organik atıkların biyogaz tesislerinde belirli prosesler sonrası elektrik ve ısı enerjisi olarak kullanılması atıkların metan emisyonu gibi olumsuz çevresel etkilerini engellemektedir. Yulaf, insan ve hayvan beslenmesi açısından önemli bir bitkidir. Dünyada yulaf bitki artıkları potansiyel enerji değerleri ülkeler arası karşılaştırılması gerçekleştirilmiş olup, Türkiye'de yulaf bitki artıklarının potansiyel enerji değerlerinin iller arası kıyaslaması yapılmıştır. ''ENERJİ AÇISINDAN YULAF'' kitabı biyogaz tesis yatırımcı, öğrenci ve akademisyenlere yararlı bir kaynak olması amaçlanmaktadır. Düzenleme sırasında bilgi ve tecrübelerini paylaşan Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ ve Öğr. Gör. Muzaffer Hakan YARDIM hocalarıma, aileme, kapak tasarımını gerçekleştiren Selim BULUT ve basımda emeği geçen kuruluşlara teşekkür ederim. Faydalı ve kullanışlı bir kaynak olmasını temenni ederim…

Dr. Öğr. Üyesi İsmail NANELİ
Haziran, 2022

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

1. GİRİŞ

Enerji, tüm toplumların birçok alanlarda kullandıkları direkt gözlemlenemeyen fakat kendi konumundan hesaplanabilen fiziksel sistemin kapsamlı bir özelliğidir. Türkiye pek çok alanlarda ihtiyaçların karşılanması amacıyla enerji ihtiyacı duyan ve ithal eden ülke konumundadır. Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılaması 2006 yılında yaklaşık olarak %60 oranında son yıllarda ise ihtiyacını %75 oranında ithal etmesine bağlıdır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2006; Arslan ve Solak, 2019). Özellikle teknoloji faaliyetleri ile sanayileşme sürecinin devam etmesi ve ilerleme sağlaması çeşitli sektörlerin enerji talebinin karşılanmasına bağlıdır. Enerji, üretim miktarı ve ithalat oranındaki belirleyici rolü ile ülkelerin ekonomisinde ana lokomotif görevi üstlenmektedir. Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ile doğru orantılı olarak değişen enerji gereksinimleri iki gruba ayrılan enerji kaynakları ile karşılanmaktadır. Belirtilen kaynaklar; yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemeyen enerji kaynakları olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Hidroelektrik enerji, biyokütle, jeotermal, güneş ve rüzgar enerjileri yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yapılarında hidrokarbon içeren petrol, doğalgaz, kömür v.b fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Dünyada ve ülkemizde en fazla talep edilen yenilenemeyen enerji, nükleer enerji ve hidroelektrik enerji olup, küresel ihtiyacın karşılanmasında öncül rol oynamaktadır (Arslan ve Solak, 2019). Dünyada ve Türkiye'de tüketimi hızla artan fosil kaynakların yerini çevresel sorunlara yol açmayan dönüştürülebilir enerji sistemlerinin alması son derece önemlidir. Fosil yakıtların yüksek miktarlarda kullanımı atmosfer sera gazı emisyon oranlarını artırmakta olup, küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olmaktadır (Momayez ve ark., 2018). Fosil yakıtların coğrafi olarak homojen dağılmadığı Asya, Afrika ve Kuzey Avrupa bölgelerinde yoğun olarak bulunduğu saptanmıştır. Bu nedenle diğer bölgelerde bulunan pek çok ülke enerji bakımından ihtiyaçlarını karşılayamayan enerji ithalatına bağımlı bir ülke konumundadır. Ülkelerin büyüme ve gelişmelerinin üretime bağlı olduğu üretim sırasında gerekli enerjinin ithalat ile karşılanması durumu ülkelerin büyüme ve gelişmesini sekteye uğratmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin artmasında en temel unsur ihracat yapan kuruluşlar başta olmak üzere tüm ülkenin enerji ihtiyacını çeşitli kaynaklardan karşılamak ve enerji konusunda tam bağımsız hale gelmektir. Arz talep kanunu gereği enerji ihtiyacını farklı ülkelerden ithalat yoluyla karşılayan ülkeler, ithalat sırasında enerji arzında meydana gelecek azalışı fiyatlardaki artış ile dengelemek zorundadır. Dolayısıyla belirtilen durum, yüksek fiyatlı enerji ithal eden ülkelerin ihraç edeceği ürünlerdeki üretim maliyetini artıracak, ihracat yapan kuruluşlar uluslararası piyasadaki ürünler ile rekabet edemeyecek seviyeye gelecek, ihracat miktarı azalacak veya sabit kalacaktır. Genel anlamda ülkelerin gelişmişlik seviyesinin azalmasına ya da sabit kalmasına neden olacaktır. Ülkelerin enerji taleplerinin artış göstermesi, çeşitli nedenler ile farklı ülkelere ambargo uygulanması, talep artışı

nedeniyle yüksek maliyet giderleri ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının uzun vadede tükeniyor olması alternatif enerji kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Alternatif enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması için çeşitli devlet destekli teşvikler gerçekleştirilmiş, ülkeler önemli yatırımlar yapmıştır. Son yıllarda çeşitli ülkeler alternatif enerji kaynaklarını kullanarak enerji ihtiyaçlarının önemli bir kısmını ya da tamamını karşılamaktadırlar. Dünyada önemi giderek artan enerji ülkeler için birbirleri arasında stratejik bir önem arz etmektedir. Birçok yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için uygun bir coğrafi alanda bulunan Türkiye enerji arzının önemli bir kısmını biyogaz, rüzgar, güneş v.b enerji kaynaklarından sağlamakta olup, yenilenebilir enerji arzı artış göstermektedir. Biyogaz önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Pek çok coğrafik bölgelerde ve tarımsal üretimin yoğun yapıldığı alanlarda üretimi gerçekleştirilmektedir. Tüm organik maddelerin anaerobik (oksijensiz) koşullarda bozunması yoluyla meydana gelen gaz grubudur. Biyogaz üretim miktarı ve kalitesi tesisin kapasitesine göre değişmektedir. Biyogaz ortalama %35-75 CH_4, %25-65 CO_2, %1-5 H_2 ve az miktarda amonyak, su buharı ve hidrojen sülfür bileşenleri (Ullah Khan ve ark., 2017; Yentekakis ve Goula, 2017; Momayez ve ark., 2018; Taşova ve Naneli, 2020) oluşturmaktadır. Biyogaz için kullanılacak organik atıklar çevre kirliliğine sebep olduklarından dolayı sağlık açısından olumsuz etkilere neden olurlar. Belirtilen sebeplerden dolayı organik atıkların toplanması, sınıflandırılması ve aneorobik ortamda çeşitli alet ekipmanlar ile metan ve karbondioksit yoğunluklu enerji kaynağına dönüşmesi ülke ekonomisi ve alternatif enerji sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir. Fosil yakıtların çevreye olumsuz etkilerinden dolayı alternatif olarak çevre ve insan sağlığına olumlu etki gösteren organik atıklardan elde edilen biyogaz tercih edilmelidir. Organik atıklar ile belirli prosesler sonucunda elde edilen enerji elektrik ve ısınma sistemlerinde kullanılabilmektedir (Da Costa Gomez, 2013; Ruiz ve ark., 2018). Biyogaz tesisinde organik madde olarak hayvansal atıkların kullanılması sonucunda kalan atıklar gübre olarak toprakta kullanılabilmektedir. Uygulanan gübre bitki beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Tesis yatırımlarının yüksek maliyetli olduğundan dolayı rüzgar türbinleri, güneş panelleri, biyogaz tesisleri v.b yenilenebilir enerji cihazlarının teknolojik gelişiminin sağlanabileceği, verimliliğin yüksek, üretim ve kurulum maliyetinin düşük olduğu sistemlerin geliştirilmesinde ülkelerin araştırma-geliştirme çalışmaları gerçekleştirmesi milli ekonomiye fayda sağlayacaktır. Belirtilen tesislerin kurulumunda düşünülen lokasyon uygun olmayabilir. Örneğin, rüzgar gücü az olan alanlarda rüzgar türbin kurulumu, organik atık miktarının az olduğu alanlarda biyogaz tesisi kurulumu v.b. Belirtilen sebeplerden dolayı lokasyonlarda tesis kurulumu öncesi fizibilite çalışması yapılması gerekmektedir. Farklı ülkelerde yapılan araştırmalarda araştırıcılar önemli sonuçlar elde etmiştir (Khalil ve ark., 2019; Ramos-Suarez ve ark., 2019).

1.1. Biyogaz

Anaerobik koşullar altında biyogaz tesisinde bakteriyel bozunma yoluyla açığa çıkan metan gazından elde edilen enerjidir. Biyogaz tesislerinde kullanılacak biyokütle farklı kategorilerde incelenmektedir.
Bunlar;

- Tarımsal atıklar: Ürün hasat atıkları, bitki atıkları, yem v.b atıklar,
- Farklı alanlardan toplanan organik atıklar: Pazar atıkları, son kullanma tarihi geçen gıda atıkları, belediye atıkları, evsel atıklar,
- Endüstriyel yan ürün atıklar: Bazı sanayi yan ürün atıklarıdır.

Biyogaz tesisinde üretilen yakıtın biyometan oranı diğer maddeler ayrıştırılarak yaklaşık %98 oranına çıkarılırsa doğalgaz kalitesinde ürün elde edilebilmektedir (Wellinger ve ark., 2013). Kojenerasyon üniteleri yoluyla biyogaz enerjisinden elektrik ve ısı üretimi gerçekleştirilmektedir. Atıklardan üretilen biyogaz depolanabilen bir yakıttır. Biyogaz tesislerinde hammadde olarak kullanılan enerji bitkilerinin yetiştirileceği çok geniş alanların bulunması yenilenebilir enerji potansiyelini artırmaktadır. İlave olarak biyogaz, fosil yakıt olan doğal gazın kullanıldığı tüm alanlarda yerini alabilecek potansiyeli olan, benzer şekilde depolanabilen ve aynı alt yapıda kullanılan yakıttır. Biyogaz ile elde edilen enerji ülkelerin ısı, elektrik v.b taleplerini karşılaması hususunda son derece önemlidir.

1.1.1. Biyogaz tesisleri

Biyogaz sürecinde atık materyalden yüksek verimli metan gazı elde etmek için; anaerobik ortam, sabit sıcaklık, mikroorganizmalar için optimum besin ortamı, pH'nın sabit ve optimum olması gerekir. Biyogaz tesislerinde kullanılan ekipmanların verimli biyogaz üretiminde bahsedilen tüm özellikleri gerçekleştirmesi gerekir. Biyogaz tesisi yatırımı yapılmadan önce bölge atık potansiyeli ve enerji miktarı hesaplanmalıdır. İlave olarak, tesis kurulum öncesi kullanılacak alet-ekipman seçiminde amaca uygun olması açısından tesiste kaynak olarak kullanılacak atıkların türünün belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin hayvan gübresi, hasat artıkları ve bazı bitkilerin substrat olarak kullanıldığı tesislerde tek aşamalı bir sistem, ıslak fermantasyon ve sürekli yarı tank kapasitesinde substrat ilavesi gerçekleştirilmekte olup fermantasyon tank sıcaklığı 32-42° aralığında mezofiliktir. Yapılan işlemlerin metodolojisinde verimliliğin maksimuma çıkması için bazı düzenlemeler yapılabilir. Fermantasyon tank sıcaklığının artırılması bozunmayı hızlandıracaktır (Eder ve Schulz, 2006; Wellinger ve ark., 2013). Fermantasyon tankında karıştırıcının yavaş dönüşü substratın belirli bir süre tankta kalmasına ve çıkış noktasına daha uzun sürede geçişini sağlamaktadır. Belirtilen durum elde edilecek biyogaz verimliliğini artırır. Biyogaz üretimi için kullanılan organik madde substratlarından tesislerde metan gazı üretimi sonrasında atılan son kısım gübre olarak kullanılmaktadır.

Hayvansal gübrelerin biyogaz tesisinde işlenmesi sonucunda metan emisyonları önlenmiş olup, çevreye faydalı bir durum oluşmaktadır. Metan gazının çevre üzerinde karbondioksitten 25 kat olumsuz etkisi (IPCC 2007) olduğundan dolayı biyogaz tesislerinde çevreye metan salınımının gerçekleşmemesine özen gösterilmelidir. Tesislerde metan gazı sızıntısı olup olmadığı konusunda düzenli kontroller gerçekleştirilmelidir. Belirtilen konuda ısı ve elektrik enerjisi üretmek için kurulan kojonerasyon ünitelerinde metan gazı salınımı olmamasına dikkat edilmelidir. Kojonerasyon ünitelerinde metan gazı salınımı önlenememesi durumunda zayıf gaz yakma ekipmanı kullanılabilir.

Günümüzde biyogaz tesislerinde elde edilen biyogaz enerjisinden elektrik ve ısı enerjisi üretilmesi, ihtiyacı belirli miktarda karşılaması ve yüksek bir potansiyelin bulunması tüm dünyada olumlu karşılanmaktadır. Biyogaz tesislerinde metan ve diğer gaz sızıntıları olmaksızın optimum verim ile biyogaz üretiminden elektrik ve ısı enerjisi üretilmesi tesis döngüsünün olumlu bir şekilde gerçekleştiğini gösterir (Bachmaier ve ark., 2009).

Biyogaz tesislerinin kurulumlarının maliyetli olmasına rağmen uzun vadede temiz enerji üretilmesi, elde edilen enerjinin farklı alanlarda kullanılabilmesinden dolayı başlangıçta oluşan yüksek maliyet göz ardı edilebilir. Fosil yakıt kaynaklı doğalgaz yerine kullanılabilen tek yakıt olan biyogaz yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen tek gazdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen biyogazın kolaylıkla elektrik ve ısı enerjisine dönüşmesi önemli ve olumlu bir özelliğidir (Wellinger ve ark., 2013). Tüm dünyada enerji arzının karşılanması hususunda biyogaz artan bir öneme sahiptir.

Tarım ve gıda ürünleri gibi organik atıkların özellikle enerji bitkilerinin işlenerek metan gazı elde edildiği biyogaz tesisleridir. Biyogaz tesislerinde işlem sonrası kalan kısım genellikle gübre olarak önemli katkı sağlamaktadır. Biyogaz tesisi çalışanları cihaz ve alet-ekipmanların çalışması sırasında güvenlik kurallarına uymaları gerekmektedir. İnsanların çalışan cihazlardan zarar görmemesi ve özellikle çevre için metan gazı sızıntısının meydana gelmemesi hususları biyogaz tesisinde elzemdir. Biyogaz ve arıtma tesisleri cihaz ve proses bakımından farklılık göstermektedir. Belirtilen farklılıktan dolayı arıtma tesislerinin kurulum, işletim, güvenlik prosedürleri biyogaz tesislerinden farklı olması gerekmektedir. Biyogaz tesislerinde özellikle operatörlerin belirli bir eğitim sonrası dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda biyogaz tesisi kazalarına genellikle biyogaz sızıntısının alev alması ya da patlamasının neden olduğu bu durumun operatör hatalarından kaynaklandığı belirtilmiştir (Wellinger ve ark., 2013).

Biyogaz tesislerinde tüm işlemleri tamamlanan substratların kontrolsüz olarak çevreye bırakılması ya da yayılması insan, hayvan ve bitki sağlığını olumsuz yönde etkileyen tehlikeli sonuçlar oluşturabilirler. Kontrolsüz olarak atılan biyogaz atıkları virüs, bakteri v.b olumsuz durumlar içereceğinden tüm

canlılarda ve çevrede olumsuz durum oluşturmaktadır. Bazı araştırmalarda araştırıcılar biyogaz tesisinde işlemi tamamlanmış substratların atılması öncesinde yapılan işlemlerin olumsuz mikroorganizmaları azalttığı sonucuna ulaşmıştır (Lebuhn ve ark., 2007; Bagge ve ark., 2010; Wellinger ve ark., 2013). Biyogaz tesisinde işlenen substratlar içerisinde yüksek miktarda kimyasal madde (özellikle sağlık sektörü atıkları) var ise çevrede olumsuz etki oluşturmaması için özel yöntemler uygulanmaktadır. Biyogaz tesislerinde kurallar ile ilgili 1069/2009 sayılı Avrupa Tüzüğü, Mekanik Ayırma, 29498 sayılı Biyokurutma ve Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Mevzuatı bulunmaktadır. Araştırıcılar genellikle substratlarda amonyak, pH, muhafaza süresi ve sıcaklığın substratın biyogaz verimliliğini etkilediğini belirtmektedirler (Eder ve Schulz 2006). Toprakta gübre olarak kullanılabilen biyogaz artığında bulunan yabancı ot tohumlarının tesislerde termofilik ve mezofilik ortamlarda çimlenme yeteneklerini kaybettikleri belirlenmiştir (Schrade ve ark., 2003). Biyogaz tesislerinde belirtilen mevzuatlara uyulduğunda yüksek güvenlik riski minimize edilmiş olacaktır. Özellikle tesislerin sürekli yeni teknolojiyle yenilenmesi, çalışanların belirli aralıklar ile eğitilmesi, mevzuatlara uyulması tesislerde meydana gelebilecek parlama, patlama gibi hasarları nadir hale getirecektir.

1.1.2. Biyogaz tesis teknolojisi

Organik atıklardan biyogaz üretimi, üretim alanı seçimi, substrat miktarı, tesis kurulumu, tesisin teknolojik durumu geniş ve önemli konulardır. Biyogaz tesis verimliliğini optimum olarak kullanmak için üretim yöntemleri substrat içeriğine göre farklılık göstermektedir. Üretim kriterleri kuru madde miktarı, besleme türü, proses aşamaları, proses ısısı bakımından farklılıklar göstermektedir. Kuru madde miktarlarına göre sıvı fermantasyon veya katı fermantasyon, substratlarda ayrışmanın gerçekleşip metan gazı açığa çıkan kısımda sürekli besleme veya aralıklı besleme, tesis işlem aşamalarına göre tek aşamalı veya iki aşamalı, işlem sırasında ısı miktarlarına göre sakrofil, mezofil veya termofil olarak özelliklere ayrılırlar.

Kuru fermantasyon yöntemiyle ayrışma sağlanarak metan gazı üretimi gerçekleştirilmesi durumunda substratın organik kuru madde oranı minimum %30 ve ayrıştırma tankında 3.5 kg organik kuru madde/(m^3.d) miktarında bulunmalıdır. Yaş fermantasyon yönteminde substratta maksimum organik kuru madde oranı yaklaşık %12 olmalıdır.

Substratlarda besleme türünün belirlenmesi ayrışma hızı, substratın yapısı ve hacmine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıştırma tankındaki substratın metan gazı çıkararak sindirme süreci uzun sürmesi beklemeli sistem yöntemiyle substrat ilavesi yöntemi kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Fermantasyon tankının sürekli substrat ile beslenmesi durumunda substratların devamlı ilave edilen miktar kadar tank dışına atılması durumudur. Belirtilen durumda yüksek miktarda metan gazı elde edilir ancak

ekonomik ve verimli değildir. Yeni substrat fermantasyon tankına girdiğinde tanktan aynı miktarda çıkan substrat tamamen ayrışmış eski materyal olmayıp yeni materyal ile karışması ve tamamen sindirme işleminin gerçekleşmemesi durumu dolayısıyla birim substrattan elde edilen metan gazı verimliliği düşmektedir. İlave olarak fermantasyon atığının çevreye metan gazı salınımına neden olup, metan gazının yanıcı etkisinden dolayı parlama ya da patlama ile tesis sürdürülebilirliği ve insan sağlığı olumsuz etkilenebilmektedir (Wellinger ve ark., 2013).

1.1.2.1. Biyogaz tesislerinde biyogaz üretimi:

- **Organik atıkların temini:** Sınıflandırma, ön-işlem arıtma v.b.,

- **Fermantasyon tankına alınması:** Ayrıştırma işlemi sonucunda metan gazı açığa çıkması için fermantasyon tankına alınması,

- **Fermantasyon tankından çıkarılması:** Fermantasyon tankı ayrışma işlemi tamamlanan substratın çıkarılması,

- **Biyogazı depo edilmesi:** Elde edilen biyogazın depo edilmesidir.

1.1.2.2. Biyogaz substratları

Canlılardan elde edilen tüm biyolojik malzemelerin genel olarak tanımlanmasına biyokütle denir. Belediye tarafından toplanan şehir atıkları, tarım ve orman atıkları, endüstriyel atıklar özellikle biyogaz enerjisi üretmek için önemli substrat oluşturan biyokütlelerdir. Biyogaz tesislerinin aktif çalışmasını ve sürekliliğini sağlayan önemli substrat kaynakları genel olarak anaerobik koşullarda işleme alınarak biyogaz üretilmektedir. Yapılarında genel olarak nişasta, şeker, yağ, protein içermekte olup anaerobik koşullarda yüksek biyogaz verimi elde edilmektedir.

1.1.2.2.1. Endüstriyel atıklar

Gıda, ilaç v.b ürünlerin üretildiği sanayi sektöründe hatalı ürün, atık ve yan ürün meydan gelmektedir. Bahsedilen endüstriler tekstil, yiyecek, balık, içecek, kimya, yem, kağıt, kozmetik, hayvan kesim merkezleri, turizm bazılarıdır. Belirtilen endüstriyel sektörlerden elde edilen atıklar farklılık göstermekte olup üretim sırasında kullanılan hammaddelere göre yapıları ve metan potansiyelleri farklılık göstermektedir. Genellikle anaerobik ortamda bozunma oranı yüksek olan ve mikroorganizmalar tarafından kolaylıkla ayrışabilen yüksek miktarda protein, şeker ve lipid içeren atıklardır. Bu nedenle pek çok endüstriyel atıkların bozunma sırasında metan gazı oranı yüksek olduğundan dolayı metan miktarı düşük farklı substratlar ile birlikte kullanılarak mikroorganizma ayrışması hızlandırılıp substrattan optimum

verim elde edilmesi sağlanmaktadır. Küçük, orta ve büyük ölçekli biyogaz tesislerinde genellikle metan miktarı düşük ya da zor ayrışan substratlara eklenerek kullanılmaktadır. Endüstriyel sıvı atıklar organik madde içeriğinde ayrıştırılarak biyogaz enerjisi elde edilir. Genellikle endüstriyel substratlar hayvan atıkları ile birlikte anaerobik ortamda ayrıştırılır. Biyogaz tesisinde tüm işlemler bittikten sonra endüstriyel atık ve hayvan gübresinden oluşan son ürün tarımsal üretimde uygulanmak üzere gübre olarak kullanılır. Hayvanlar besin maddesi olarak genellikle bitkisel ürünler tükettiğinden dolayı gübrelerinde selüloz oranı yüksektir. Bu nedenle anaerobik koşullarda mikroorganizmaların ayrıştırma süresi uzar ve optimum verimde metan gazı oluşumu sağlanamamaktadır. Belirtilen nedenlerden dolayı endüstriyel atıklar ile hayvansal gübrelerin birlikte anaerobik koşullarda ayrıştırılması hızlı sürede ve daha yüksek miktarda metan gazı üretimi sağlamaktadır. Üretilen metan gazı 1 m^3 substratta 30-500 m^3 arasında değişmektedir (Angelidaki, 2002; Wellinger ve ark., 2013).

1.1.2.2.2. Belediye atıkları

Şehirlerde biriken evsel atıklar, bahçe atıkları, gıda atıkları v.b birçok organik atıklardır. Özellikle şehirlerde artan nüfus ile birlikte tüketim kaynaklı atıklar artış göstermektedir. Belediye atıklarının sınıflandırılarak toplanması depolamanın daha düzenli, ekonomik yapılmasını sağlamakta olup, sindirilebilirlik oranlarına göre tesislerde kullanılmasının sağlanmasıyla (Favoino, 2002; Rutz ve ark., 2011; Wellinger ve ark., 2013) optimum metan gazı üretimi sağlanmaktadır. Evsel atıklarda sindirimi zor olan sınıflar hayvansal gübre ya da bulamaçlar ile birlikte sindirimi gerçekleştirilir. Böylelikle hızlı sindirim ve yüksek metan gazı elde edilmiş olur. Belediye atıkları sayesinde biyogaz tesislerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından yüksek metan gazı içeriğine sahip bitkilerin üretim stratejisine gerek kalmamıştır (Rutz ve ark., 2011). Evsel atıkların anaerobik ayrıştırma yoluyla metan gazı üretimi yapılması için yüksek saflığı sağlaması bakımından ön arıtma işlemi gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Araştırıcılar biyogaz tesisinde kullanılacak substratların ön arıtma işleminden geçip safiyet sağlanmadığında yabancı maddelerin cihazların bozulmalarına neden olabileceğini bildirmişlerdir. Aynı araştırıcılar biyogaz tesislerinde kullanılacak atıkların yabancı madde oranlarının tesislerdeki alet-ekipmanlara zarar vermemesi için %0.1'i geçmemesi gerektiğini saptamışlardır (Amon ve Boxberger, 1999; Wellinger ve ark., 2013). Belediye atıklarının toplanması sırasında veya biyogaz tesis deposunda sindirilebilirlik oranlarına göre sınıflandırılmalıdır. Belediye atıklarını biyogaz tesis deposunda ayırmak yerine toplama sırasında ayırma yapılması substratlar için istenilen durumdur. Tüm atıkların birlikte toplanıp sonrasında ayrıştırılması yüksek iş gücü maliyeti ve bulaş riskine neden olmaktadır (Favoino, 2002). Belirtilen nedenlerden dolayı birlikte toplanmış belediye atıklarının biyogaz tesislerinde gerçekleştirilen işlemi

sonrası kalan son ürün tarım alanlarında gübre olarak kullanılması bazı ülkeler tarafından yasaklanmıştır (Wellinger ve ark., 2013). Belediye atıkları arasında evsel atıklar anaerobik koşullarda mikroorganizmalar için uygun besi ortamını sağlamakta olup, yüksek metan üretimi (Zhang ve ark., 2006) oluşturmaktadırlar. Özellikle evsel atıkların kontaminasyon oluşturmaması açısında ön arıtma işlemi son derece önemlidir. Yapılan araştırmalarda belediye atıklarının sınıflandırılarak toplanması ya da tüm atıkların birlikte toplanması arasında sınıflandırılarak toplama sonrası metan gazı verim artışı da göz önünde bulundurulduğunda maliyet açısından farklılık fazla değildir (Favoino, 2002). Belediye atıkları arasında önemli bir yer alan evsel atıkların metan gazı miktarının yüksek olduğu bilinmektedir. Ancak cam, kum, plastik, metal gibi maddeler evsel atıklarda fazla miktarda bulunmaktadır. Bu durum yabancı madde oranını artırmaktadır. Saflık oranı %90'ın üzerinde olması biyogaz sürecinin başlamasında yeterli değildir. İstenilen yabancı madde oranı maksimum %0.1'dir. Bu nedenle belediyelerde özellikle evsel atıkların toplanması sırasında sınıflandırma ve yabancı maddelerden uzaklaştırma işlemine özen gösterilmelidir. Yabancı maddelerden uzaklaştırmak için biyogaz tesislerinde bulunan ön arıtma işlemleri büyük önem arz etmektedir.

1.1.2.2.3. Lağım kaynaklı atıklar

Dünyada lağım suları önemli bir çevre problemidir. Genellikle arıtma işlemleri sonrasında çevreye salınmaktadır. Ülkeler genellikle lağım sularını arıtma işlemleri sonrası gübre olarak kullanmamaktadırlar. Ancak bazı ülkeler sıkı tedbirler uygulamak koşuluyla lağım sularının belirli işlemler sonrası tarımsal üretim alanlarında gübre olarak kullanımına izin vermiştir. Gübre olarak kullanımında uygulanan tedbirler arasında virüs, bakteri, mantar v.b insan sağlığına olumsuz faktörlerin inaktif olması koşulu temel unsurdur. Fakat dünyada lağım suları doğrudan biyogaz enerjisi olarak kullanılmamaktadır. Ancak kanalizasyon çamuru arıtma tesislerinden çıkış sonrası biyogaz tesislerinde diğer atıklar ile birlikte anaerobik ortamda metan gazı oluşumu için kullanılır. Lağım kaynaklı kanalizasyon çamurlarının biyogaz tesislerinde kullanımını sınırlayan temel faktör yüksek mikroorganizma ve kirletici faktörleridir. Kanalizasyon çamurları yüksek seviyede biyolojik ve kimyasal kirleticiler içerir (Wellinger ve ark., 2013).

1.1.2.2.4. Biyogaz tesislerinde kullanılması için tarımsal substratlar

Tarım sektörü biyogaz substratları için yüksek miktarda kaynak oluşturmaktadır (Steffen ve ark., 1998). Bitkisel üretim artıklarının yanı sıra hayvan gübreleri ve bulamaçlar verimli biyogaz hammaddeleridir. Biyogaz üretiminde bazı bitkilerin artıkları ya da kullanılmayan aksamları yüksek verimlilik sağlamakta olup, bu tür bitkilere enerji bitkileri denir.

1.1.2.2.4.1. Hayvansal gübreler

İnek, koyun, at, kümes hayvanları v.b elde edilen gübreler zengin biyogaz kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kuru madde içerikleri %10-30 arasında farklılık gösterir (Wellinger ve ark., 2013). Anaerobik ortamlarda substrat olarak kullanılan gübreler C:N oranı 25:1 ortamda bulunan miroorganizmaların besleneceği zengin besin kaynakları içermesinden dolayı ayrışma sırasında yüksek verimde metan gazı açığa çıkmaktadır. Çevrede fazla miktarda bulunması, kolay erişilebilir olması, ucuz ve yüksek metan miktarı bulundurması gübrelerin önemini ortaya koymaktadır. Sığır bulamaçları %6-9 arasında kuru madde içermekte olup, besleme stoğunda birim hacimde 10-20 m^3 değişen metan oluşumu sağlamaktadır (Angelidaki, 2002). Hayvan gübreleri ve bulamaçların içerisinde bulundurdukları sap-saman yüksek miktarda ligno-selüloz içermesinden dolayı anaerobik ortamda mikroorganizmaları parçalama (bozunma) işlemi sırasında dirençlilik göstermektedir. Bu nedenle biyogaz tesisi verimliliğini sağlamak için gübre ile birlikte substrat olarak farklı atıklar kullanılmalıdır. Biyogaz tesislerinde kullanılan hayvan gübresinde bulunan dirençli maddelerin anaerobik ortamda bozunmaya karşı direncini azaltmaya yönelik teknolojik çalışmalar yapılmaktadır (Angelidaki ve Ahring, 2000).

Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'da hayvan gübreleri, bulamaçlar elektrik ve ısı enerjisi olarak kullanılmakla birlikte tesis artıkları tarımsal üretimlerde (Zafar, 2008) gübre olarak kullanılmaktadır.

1.1.2.2.4.2. Bitki atıkları

Bitkilerin kullanılmayan aksamları, bitkisel yan ürünleri, hasat artıkları, bozulmuş silaj, kalitesi düşük veya bozulmuş meyve ve sebzelerdir. Biyogaz tesisinde bitki artıkları kullanımı hayvan gübreleri ya da selüloz dirençliliği düşük artıklar ile sindirilmektedir. Biyogaz tesislerinde bitkisel artıkların anaerobik ortamda dirençliliğinin azaltılması ve bozunma işleminin hızlanması için **ön işlem** yapılmalıdır. Sindirim öncesi ligno-selüloz molekülleri kırmak için materyal boyutunun mekanik olarak küçültülmesi şeklinde farklı ve kompleks işlemler uygulanır. Substrat olarak kullanılacak bitkisel artıkların 1 cm boyutlarında olması (Amon ve Boxberger, 1999) dirençliliği azaltır. Anaerobik koşullarda mikroorganizmaların sindirimini artırır.

1.1.2.2.4.3. Enerji bitkileri

Biyogaz tesislerinde kullanılması ve verimli metan gazı elde edilmesi için birçok ülkelerde araştırmacılar (Murphy ve ark., 2011) uzun süreçli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Araştırmalarda birçok bitki türü incelenmiş olup bazılarının biyogaz tesisinde kullanılmak için uygun substrat içerdikleri saptanmıştır. Tahıllar, nişasta şeker bitkileri, yağ bitkileri ve yem bitkileri bulunmaktadır (Wellinger ve ark., 2013). Genellikle biyogaz üretiminde

kullanılan tahıl artıklarının metan verimi 242-324 m^3/UKM arasında değişmektedir (Murphy ve ark., 2011). Odunsu bitkilerde lignifikasyon çok yüksek olduğu için anaerobik ortamda yüksek direnç kaynaklı bozunma güçlüğünden dolayı biyogaz tesislerinde kullanılmamaktadır. Konu ile ilgili lignifikasyon direncinin azaltılacağı delignifikasyon ön işleminin gerçekleştirileceği biyogaz teknolojileri üzerine araştımalar (Al Seadi ve ark., 2008) yapılmaktadır. Genel olarak biyogaz için kullanılacak bitkiler yüksek selüloz içeriklerinin bozunmaya karşı direnç oluşturduğu için ön işlemden geçmesi gerekmektedir. Bitkilerin vejetasyon süresi sonlarına doğru selüloz içeriğinin yükselmesinden dolayı bozunma işleminin zorlaşacağı metan gazı çıkışını azaltacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Vejetasyon süresi tamamlanmadan olgunlaşma öncesi daha düşük selüloz miktarında hasat edilen bitkinin nem içeriği yüksek olacağı için depo süresi azalacağı için biyogaz tesisinde kısa sürede kullanılmalıdır.

1.1.2.3. Anaerobik Sindirim Sürecinde Ön Arıtmalar

Biyogas tesislerinde genel olarak anaerobik ortamda işleme alınma öncesi organik atıklar tesislerde ön temizleme işleminden geçmektedirler. Organik atıklar, topluma ve çevreye fayda sağlayan önemli bir yakıt kaynaklarıdır (Angenent ve ark., 2004; Ren ve ark., 2008). Atmosferik oksijenin bulunmadığı ortamlarda bazı mikroorganizmalar organik madde üzerinde gerçekleştirdikleri işlem sonucunda biyogaz elde edilir. Araştırıcılar mikroorganizmaların oksijensiz ortamda organik atıklardan meydana getirdikleri enerjinin yüksek seviyede kullanışlı enerji kaynağı olduğunu bildirmişlerdir (Liu ve ark., 2009; Ling ve ark., 2009). Bazı mikroorganizmalar vasıtasıyla anaerobik koşullarda organik atıklardan oluşturulan enerji sayesinde kullanılan atıklarda koku giderme, kütle azaltma v.b olumlu durumlar gözlenmektedir (Ventaka ve ark., 2008; Mudhoo ve ark., 2012).

Organik atıkların aneorobik ortamda gerçekleştirilen işlemleri vurgulamak amacıyla biyometanizasyon ve biyohidrojen teknik terimleri kullanılmaktadır. Organik atıkların biyometanizasyonu, atıkların hidroliz, asitleştirme ve sıvılaştırma aşamaları doğrultusunda asetat, hidrojen ve karbondioksitin metana dönüşümünün gerçekleştiği biyokimyasal dönüşümdür (Ventaka, 2008; Ventaka, 2010; Ventaka ve ark., 2011).

Atık minimizasyonu konusunda önemli bir faktör olan yenilenebilir maddelerden elde edilen biyo-hidrojen, ‘’yeşil teknoloji’’ olarak da belirtilmektedir (Sparling ve ark., 1997; Kim ve ark., 2003). Kimyasal olarak yapılan işlemlere göre biyolojik hidrojen daha çevreci, az enerji ve yüksek seviyede fermentatif ve fotosentetik aktiviteler doğrultusunda üretilmektedir (Kraemer ve Bagley, 2007; Ventaka ve ark., 2008). Biyo-hidrojen doğrudan ve dolaylı (biyofotoliz), fotofermantasyon ve karanlık fermantasyon ya da bahsedilen işlemlerin farklı kombinasyonları yoluyla üretilebilir (Hawkes ve ark., 2002; Mudhoo ve ark., 2012). Bahsedilen kombinasyonlar arasında

organik atıkların karanlık fermantasyon yoluyla biyo-hidrojen üretmesi en fazla başarı sağlanan alternatif olarak bilinmektedir (Venkata ve ark., 2009). Araştırıcılar Escherichia coli, Enterobacter ve Clostridium türlerinin biyohidrojen üretimlerinin incelendiği araştırmalarda karanlık ortamda daha aktif olduklarını saptamışlardır (Srikanth ve ark., 2010; Leano ve Babel, 2011; Lay ve ark., 2004; Cai ve ark., 2004; Sung ve ark., 2002; Zhu ve Beland, 2006). Organik maddelerin çürütme işlemi sırasında kullanılan bakteriler, ortam koşulları, sıcaklık farklılıkları, gerçekleştirilen işlemlerin farklı kombinasyonları, inokulum çeşitleri gibi faktörlerin etkileri genel olarak bir çok araştırmada incelenmiştir (Thrash ve Coates, 2008). Belirtilen araştırmalar sayesinde organik atıktan elde edilen enerji verimliliğinde artış sağlanmıştır.

1.1.2.3.1. Tesislerde organik maddelerin farklılıklarına göre ayrıştırılması ve işlenmesinde kullanılan ayırma ve küçültme yöntemleri şunlardır:

- **Boyuta göre küçültme:** Malzemelerden kompost veya yenilenebilir özellikte olan materyallerin tekrar kullanımı amacıyla işlenmesidir. Organik maddelerin belirtilen yöntem doğrultusunda işlenmesi sırasında öğütücü, kesici, kırıcı ve parçalayıcı üniteler kullanılmaktadır.

- **Boyuta göre ayırma:** Farklı boyutlarda bulunan tek veya çok sayıda materyalin boyutlarına göre sınıflandırılarak ayrılmasıdır. Genellikle evsel atıkların tesislerde işlenmesinde kullanılan yöntemdir. Ayrıştırılması sırasında farklı elek türleri kullanılmaktadır.

- **Yoğunluğa göre ayırma:** Hafif ve ağır yoğunlukta bir arada bulunan katı atıkların ayrıştırılarak işlenmesi yöntemidir. Ayrıştırma sırasında pnömatik, taşlayıcılar, yoğunluklarına göre yüzdürme ve ayırma türleri kullanılmaktadır.

- **Elektromanyetik ayırma:** Özellikle metal içeriği yüksek ya da metal içermeyen materyallerin ayrıştırılması ve işlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıştırılmasında elektrostatik ve girdap akımı ayırma türleri kullanılmaktadır.

- **Sıkıştırma:** Bazı materyallerin depolama ve nakliye sırasında kolaylık sağlaması için kullanılan yöntemdir. Ayrıştırılmasında peletleme ve paketleme işlemleri yoluyla depo alanında ayırma gerçekleşmektedir (Mudhoo ve ark., 2012).

1.1.2.4. Biyogaz tesislerinde biyogaz oluşumu ve kalitesinin artırılması

Dünyada biyogaz tesislerinde üretilen yüksek metan içerikli gaz elektrik, ısı enerjileri olarak kullanılmaktadır. Bazı ülkeler elde ettikleri biyogazı doğalgaz olarak kullanımını gerçekleştirmektedirler (Anonim, 2010). Biyogaz içerisinde bulunan kükürt v.b diğer maddeler biyogazın ham olarak doğalgaz yerine kullanımını engellemektedir. Bu nedenle biyogaz yakıtı bileşeninde bulunan biyometan oranı yükseltilip bazı bileşenlerden arındırılmalıdır. Özellikle ham biyogaz bileşeninde bulunan hidrojen sülfürün su buharıyla birleşimi sonucu oluşan sülfirik asit elektrik ya da ısı enerjisine dönüşümü sırasında kullanılan motor v.b cihazların bazı aksamlarının bozulmasına neden olmaktadır. Belirtilen sebeplerden dolayı biyogaz olumsuz bileşenlerden arındırılıp biyometan içeriği yükseltilerek kaliteli bir enerji olarak kullanılabilmektedir.

1.1.2.4.1. Üretilen biyogazın arındırılması

➢ **Desülfürizasyon:** Fiziksel, kimyasal ve biyolojik desülfürizasyon olmak üzere üç kısımda incelenmektedir. Uygulama şekillerine göre kaba ve ince desülfürizasyon olarak iki kısımda incelenmektedir.

- **Fermentörde biyolojik desülfürizasyon:** Fermantasyon tankı içerisinde yapılan biyolojik desülfürizasyon ile hidrojen sülfürün kükürt dönüşümü sonrası atık olarak çıkarılması işlemidir. Fermantasyon tankında meydana gelen ayrıştırma yönteminin olumsuz yönleri fazladır. Açığa çıkan metan gazının oksitlenmesi, sıcaklık farklılıklarının yöntem faydasını azaltması, korozyon tehlikesi v.b olumsuz etkilere sahiptir.

- **Fermentör dışında biyolojik desülfürizasyon:** Fermantasyon tankı dışında yapılan yöntem ile %99 oranında arındırma gerçekleştirilmektedir. Fermantasyon tankı içerisinde gerçekleştirilmediği için substrat metan gazı oksidasyonu ve tank korozyonu oluşmamaktadır. Belirtilen yöntemin fazla bakım ihtiyacı ve yüksek maliyeti dezavantajları arasındadır.

- **Biyokimyasal gaz yıkama:** Biyogazın arındırılmasında en etkin biyolojik yöntemdir. Araştırıcılar gaz yıkama yöntemiyle biyogazın doğalgaz kalitesine dönüşümünün sağlandığını belirtmişlerdir (Anonim, 2010). Gaz yıkama ekipmanlarının yüksek teknoloji gerektirmesi, yüksek maliyetli olmasından dolayı üretim hacmi büyük tesislerde kullanılmaktadır.

- **Sülfadın çökeltilmesi:** Fermantasyon tankı içerisinde gerçekleştirilmekte olup, yüksek miktarda kimyasal madde kullanıldığından dolayı yüksek maliyetlidir. Kimyasal kullanımından dolayı yüksek güvenlik önlemleri alınması gerekmektedir. Belirtilen nedenler üretim maliyetini yükseltmektedir.

- **Aktif karbon adsorbsiyonu:** İnce desülfürizasyon yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Biyogaz tesislerinde uygun maliyet ile kolay kurulum gerçekleştirilmektedir. Ancak, ayrıştırma işlemi zor ve maliyetlidir. En önemlisi aktif karbon adsorbsiyonu yöntemiyle oksijen ve su buharı bulunmayan biyogaz enerjisini arındırma imkansızdır (Anonim, 2010).

➢ **Kurutma:** Arındırma işlemi başlangıcında biyogaz kurutularak su buharı uzaklaştırılması işlemidir. Biyogaz kurutma yöntemleri yoğunlaştırarak kurutma, adsorbsiyon kurutma, absorbsiyon kurutma şeklinde farklı kurutma yöntemleri bulunmaktadır.

- **Yoğunlaştırarak kurutma:** Biyogazın soğutulması sonucunda yoğuşma gerçekleşip içerisinde bulunan suyun alınması işlemidir.

- **Adsorbsiyon kurutma:** Küçük, orta, büyük ölçekli tüm tesislerde kullanım için uygundur. Alüminyum oksid, silika jeli ve zeolit materyalleri kullanılması verimliliği artırmaktadır.

- **Absorbsiyon kurutma:** Biyogaz absorbsiyonu sırasında glikoz yıkaması yapılarak gerçekleştirilen yöntemdir. Belirtilen ayrıştırma yöntemiyle biyogaz içerisindeki su ve hidrokarbonlar arındırılabilir.

➢ **Karbondioksit ayrışması:** Biyogazın genel olarak doğalgaz gibi metan oranı yükseltilerek şebeke sistemine dahil edilmesi amacıyla yanma verimliliğinin artırılması için gerçekleştirilmektedir. Biyogaz karbondioksit ayrışması basınç değişimli adsorbsiyon (PSA), basınçlı suyla yıkama (DWW), kimyasal yıkama (Amin), fiziksel yıkama (Seleksol, Genosorb), membran yöntemi, cryogen ayırma yöntemleri bulunmaktadır.

- **Basınç değişimli adsorbsiyon (PSA):** Biyogazda belirli bir basınç uygulamasıyla zeolit ve karbon kullanılarak elde edilen adsorbsiyondur. Özellikle Almanya'da çok sık kullanılan yüksek ileri teknolojidir.

- **Basınçlı suyla yıkama (DWW):** Biyogazda istenmeyen maddelerin arındırılması ve metan içeriğinin yükseltilmesi amacıyla Avrupa'da en fazla tercih edilen yöntemdir. Desülfürizasyon ya da kurutma yapılmamaktadır. Yüksek basınç ile birlikte biyogazda bulunan ve istenmeyen maddeler absorbsiyon sütununda bulunan suda çözünür. Suda çözünen maddelerin biyogazdan ayrılması sağlanmış olur.

- **Amin ile kimyasal yıkama:** Özellikle biyogazdan karbondioksitin arındırılması için kullanılan yöntemdir. Biyogazda amin içerikli bir sıvı sayesinde karbondioksit geçişinin sağlanmasıdır.

- **Seleksol ve Genosorb ile fiziksel yıkama:** Genellikle bu yöntem yüksek maliyet nedeniyle kurutma ve desülfürizasyon işlemleri tamamlanmış biyogaz için kullanılmaktadır. Belirli basınçta biyogaz ile temas ettirilen çözeltiye istenmeyen maddelerin geçişi prensibine dayanmaktadır.

- **Membran yöntemi:** Belirtilen yöntem geliştirilme aşamasında olup, ayrıştırmada molekül büyüklüğünü esas almaktadır. Biyogaz içerisinde bulunan metan molekülünün hidrojen sülfür ve karbondioksit v.b istenmeyen moleküllerden küçük olmasından dolayı membran geçişi ile ayrışma işlemi gerçekleştirilir.

- **Cryogen tekniğiyle ayrıştırma:** Enerji tüketiminin yüksek olduğu yüksek maliyetli ve çok zor gerçekleştirilen işlemlerdir. Biyogazın daha önce kurutma ve desülfürizasyon işlemlerinin tamamlanmış olması gerekmektedir. Metan gazının CO_2 ile gaz sıvılaştırılması ve donma noktalarındaki ısı ayrışmasıyla gerçekleşmektedir.

➢ **Oksijen ayrışması:** Biyogazın özellikle şebeke sistemine verilmesi sırasında oksijen ayrışmasının gerçekleşmiş olması önemlidir. Platin, paladyum, bakır v.b katalizör olarak kullanılmasıyla katalitik ayırma gerçekleştirilmektedir.

➢ **Diğer istenmeyen gazlar:** Genellikle biyogaz içerisinde çok az miktarda bulunan gazlardır. Bu nedenle eşik değerin altında oldukları için biyogaz kalitesine olumsuz etkileri bulunmamaktadır. Özellikle metan içeriği artırımı, desülfürizasyon ve kurutma işlemlerinde istenmeyen gazların biyogaz içeriğinden arındırılması sağlanabilmektedir.

2. MATERYAL-YÖNTEM

Dünyada ve Türkiye'de tarla bitkileri yetiştiriciliği yapan üreticiler için yulaf bitkisi önemli bir tahıl cinsidir. Yulaf materyallerinin Türkiye'de iller bazında enerji potasiyelini hesaplamak amacıyla 2012-2021 yılları arasında TUIK verileri doğrultusunda hesaplanmıştır. Dünyada biyogaz üretiminin yoğun olarak yapıldığı ülkeler ile Türkiye kıyaslamasının yapıldığı 1991-2020 yılları arasında enerji potansiyeli hesaplamaları FAO verileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Buğday ve yulafta kullanılan %15 katsayısına göre hesaplama yapılmıştır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2006). Tüm formülasyon ve yulaf sap atık katsayıları bazı araştırıcıların yaptıkları yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Sharma ve ark., 1988; Öztürk ve Başçetinçelik, 2006; Aybek ve ark., 2015). Türkiye yulaf biyogaz potansiyeli (Tablo 1-42; Şekil 1-21, 39-43) ve bazı ülkeler arası yulaf biyogaz potansiyeli (Tablo 43-78; Şekil 22-38, 44-48) belirlenmiştir.

- **Araştırmada kullanılan formüller:**

➢ ***Atık Potansiyeli = ((Ekim Alanı x 32 x 0.15)/1000)*** ***(1)***

➢ ***Kuru Madde = ((Atık Potansiyeli x 88)/100)*** ***(2)***

➢ ***Uçucu Kuru Madde = ((Atık Potansiyeli x 87)/100)*** ***(3)***

➢ ***Özgül Metan Oranı = (Uçucu Kuru Madde x 0.25)*** ***(4)***

➢ ***Metan Enerji Değeri = (Özgül Metan Oranı x 36)*** ***(5)***

3. TÜRKİYE VE DÜNYA BİYOGAZ POTANSİYELİ

Biyogaz, dünyada genellikle bitkisel ürünler ve hayvansal gübrelerden elde edilmektedir. Dünyada önemli miktarda biyogaz üretimi gerçekleştirilmekte olup, biyometan atık potansiyeli 730 milyon ton, biyogaz atık potansiyeli 570 milyon ton, güncel üretimde kullanılan atık miktarı 35 milyon tondur (Anonim, 2018). Biyogaz tesislerinde organik substratlardan üretimi gerçekleştirilen biyometan içeriği %45-75 arasında değişiklik göstermekte olup, kalan kısım karbondioksit, hidrojen sülfür, su buharı v.b bulunmaktadır (Anonim, 2018). Saf biyometan ise, biyogaz içeriğinde bulunan metanın yükseltilmesi ya da diğer maddelerin arındırılması yoluyla elde edilmekte olup, doğalgaz kalitesindedir. Avrupa ülkeleri 8 milyon ton bitkisel ürün, 6 milyon ton hayvan gübresi, 3 milyon ton belediye katı atıkları, 1 milyon ton belediye atık suyu, Çin 5 milyon ton hayvan gübresi, 2 milyon ton belediye katı atığı, ABD 3 milyon ton belediye katı atığı, diğer ülkeler 4 milyon ton biyogaz hammaddesi kullanmaktadırlar. Dünya biyogaz bakımından Almanya 6.2 GW, ABD 2.4 GW, Birleşik Krallık 1.7 GW, İtalya 1.4 GW, Çin 0.6 GW, diğer ülkeler 5.4 GW güç üretimi gerçekleştirmektedir (Anonim, 2018). Avrupa ülkeleri, Çin ve ABD biyogaz üretiminin %90'ını gerçekleştirmekte olup, artan talep doğrultusunda biyogaz üretim tesisleri kurulumuna devam etmektedir (Anonim, 2018). Dünyada 2010-2018 yılları arasında biyogaz üretimi yaklaşık %4 oranında artış göstermiştir. Almanya biyogaz tesisleri ve üretim miktarı bakımından diğer Avrupa ülkelerine göre çok daha fazladır. Biyogaz hammaddesi olarak enerji bitkileri üretimi gerçekleştirilirken, günümüzde hammadde olarak tarımsal ürün artıkları ve hayvan gübresi kullanımı yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Diğer önemli biyogaz üreten Asya ülkelerinden Çin biyogaz substratı olarak evsel atıkları kullanmakta olup, evsel atıklar biyogaz hammaddesinin yaklaşık %70'lik kısmıdır (Anonim, 2018). ABD genellikle biyogaz üretimini tarımsal üretim artıklarından ve evsel atıklardan karşılamaktadır. Hayvan gübrelerinin çevreye metan emisyonu oluşturmasından dolayı hayvan gübreleri ve tarımsal ürün artıklarının biyogaz üretiminde kullanılması artış göstermiştir. Biyogazdan üretilen biyometan gazının ulaştırma sektöründe kullanılmasına öncülük etmektedir. Biyogaz üretiminde Tayland ve Hindistan diğer önemli Asya ülkeleridir. Hindistan son yıllarda yaklaşık 5000 yeni biyogaz tesisi geliştirmeyi hedeflemektedir (Anonim, 2018). Tayland gıda artıkları ve hayvan gübrelerini substrat olarak kullanmaktadır. Güney Amerika bölgesinde bulunan Arjantin ve Brezilya ülkeleri önemli miktarda biyogaz üretimi gerçekleştirmeye başlamışlardır. Substrat olarak genellikle evsel atıklar, etanol ve türevlerini kullanmaktadırlar. Afrika ülkelerinde gerçekleştirilen teşvikler doğrultusunda biyogaz tesisleri kurulumu için çalışmalar yapılmaktadır. Ancak konu ile ilgili Afrika ülkelerinin kaydettiği aşamaları içeren net veriler bulunmamaktadır. Biyogaz tesislerine verilen önemi vurgulayan ve destekleyen Burkina Faso, Etiyopya ve Benin gibi ülkeler özel sektöre çok sayıda proje ve destek seçenekleri sağlamakta olup,

Kenya özel sektör ile biyogaz tesisleri kurulum maliyetinin yaklaşık yarısını karşılayan bazı teşvik anlaşmaları yapmaktadır (Anonim, 2018). Dünyada, Çin ve Türkiye biyogaz tesisleri kurulumu, üretimi bakımından artan bir trende sahiptirler.

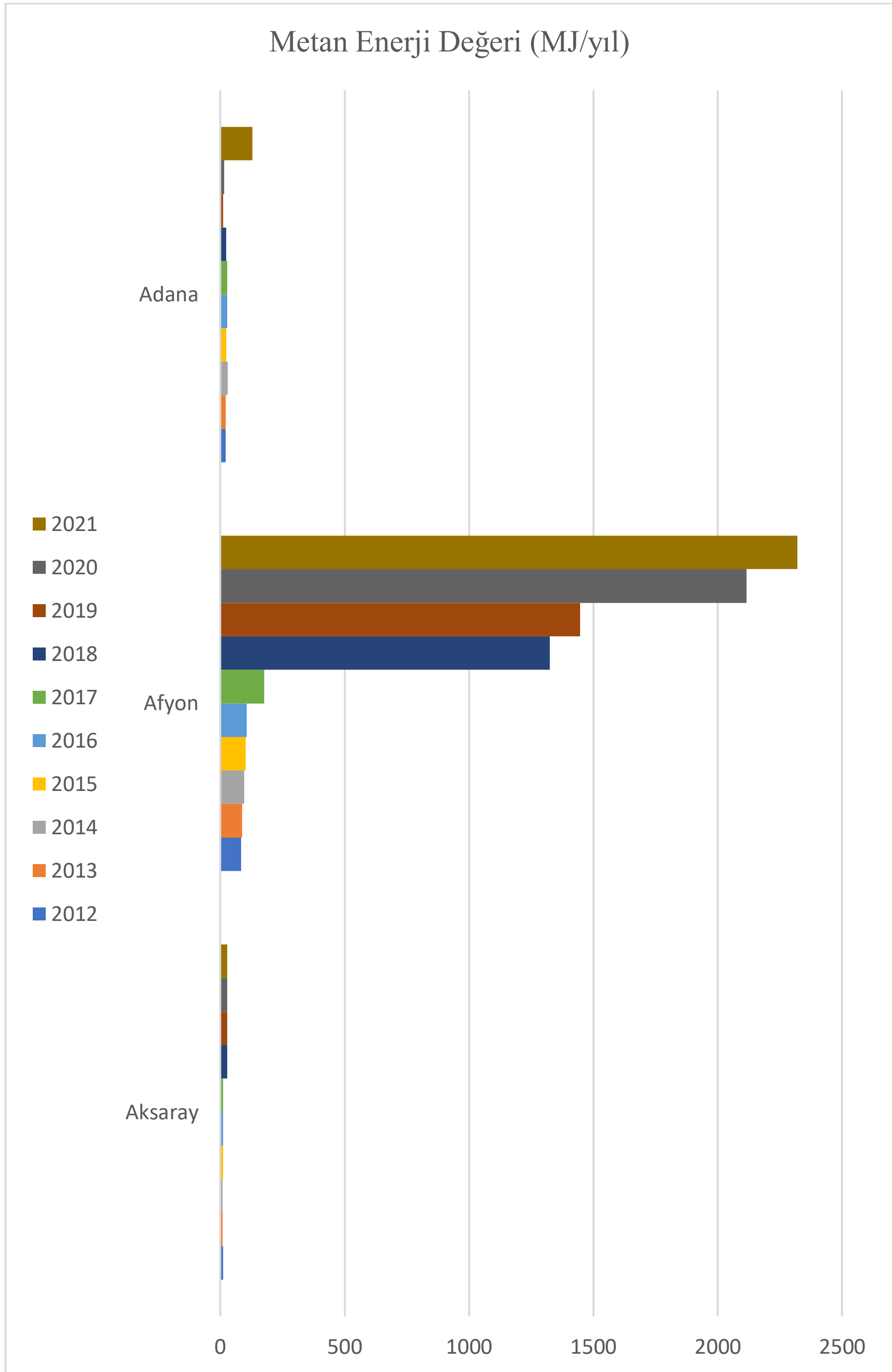
Türkiye son yıllarda artan yulaf üretimiyle birlikte yulaf atıklarının biyogaz enerji potansiyeli artmaktadır. Bazı illerde son yıllarda görülen artış dikkati çekmektedir (Tablo1-42). Özellikle Çanakkale, Kars, Balıkesir illeri atık potansiyeli (ton/yıl), özgül kuru madde (ton/yıl), özgül uçucu kuru madde (m^3/yıl), özgül metan oranı (m^3/yıl), metan enerji değeri (MJ/yıl) bakımından maksimum değerler saptanmış olup, Bayburt, Bolu, Bursa, Erzurum, Kastamonu, Kocaeli, Kütahya, Muğla ve Sivas yüksek potansiyele sahip diğer illerdir (Şekil 39-43). Dünyada artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından ısı ve elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülkeler talep artışının karşılanması amacıyla biyogaz, türbin, güneş enerjisi v.b konularda yatırımlar yapmaktadır. Dünyada en fazla biyogaz üretimi gerçekleştiren Avrupa ülkeleri, ABD ve Çin yulaf biyogaz atık potansiyeli ve elde edilebilir enerji bakımından uzun yıllar ön plana çıkmaktadır (Tablo 43-78). Biyogaz üretiminde ön plana çıkan ülkeler arasında son 30 yıllık yulaf atık potansiyeli, kuru madde, uçucu kuru madde, özgül metan oranı, elde edilebilir metan enerji değeri ortalamaları bakımından ABD, Avustralya, Polonya, İspanya, Finlandiya, Çin, İsveç, Almanya ön plana çıkmaktadır (Şekil 44-48).

Tablo 1. Adana, Afyon, Aksaray yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Adana	**2012**	2.72	2.40	2.37
	2013	2.74	2.41	2.38
	2014	3.84	3.38	3.34
	2015	3.12	2.75	2.71
	2016	3.60	3.17	3.13
	2017	3.60	3.17	3.13
	2018	3.12	2.75	2.71
	2019	1.55	1.36	1.34
	2020	2.06	1.82	1.80
	2021	16.46	14.49	14.32
Afyon	**2012**	10.71	9.42	9.32
	2013	11.37	10.00	9.89
	2014	12.30	10.83	10.70
	2015	13.19	11.61	11.48
	2016	13.48	11.86	11.73
	2017	22.60	19.89	19.66
	2018	169.18	148.88	147.19
	2019	184.71	162.54	160.70
	2020	270.24	237.81	235.10
	2021	296.41	260.84	257.88
Aksaray	**2012**	1.56	1.38	1.36
	2013	1.20	1.06	1.04
	2014	1.20	1.06	1.04
	2015	1.44	1.27	1.25
	2016	1.44	1.27	1.25
	2017	1.44	1.27	1.25
	2018	3.54	3.11	3.08
	2019	3.53	3.10	3.07
	2020	3.60	3.17	3.13
	2021	3.60	3.17	3.13

Tablo 2. Adana, Afyon, Aksaray yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Adana	**2012**	0.59	21.31
	2013	0.60	21.42
	2014	0.84	30.07
	2015	0.68	24.43
	2016	0.78	28.19
	2017	0.78	28.19
	2018	0.68	24.43
	2019	0.34	12.10
	2020	0.45	16.16
	2021	3.58	128.91
Afyon	**2012**	2.33	83.85
	2013	2.47	89.00
	2014	2.68	96.33
	2015	2.87	103.28
	2016	2.93	105.54
	2017	4.92	176.95
	2018	36.80	1324.69
	2019	40.17	1446.27
	2020	58.78	2115.94
	2021	64.47	2320.92
Aksaray	**2012**	0.34	12.25
	2013	0.26	9.40
	2014	0.26	9.40
	2015	0.31	11.28
	2016	0.31	11.28
	2017	0.31	11.28
	2018	0.77	27.70
	2019	0.77	27.62
	2020	0.78	28.19
	2021	0.78	28.19



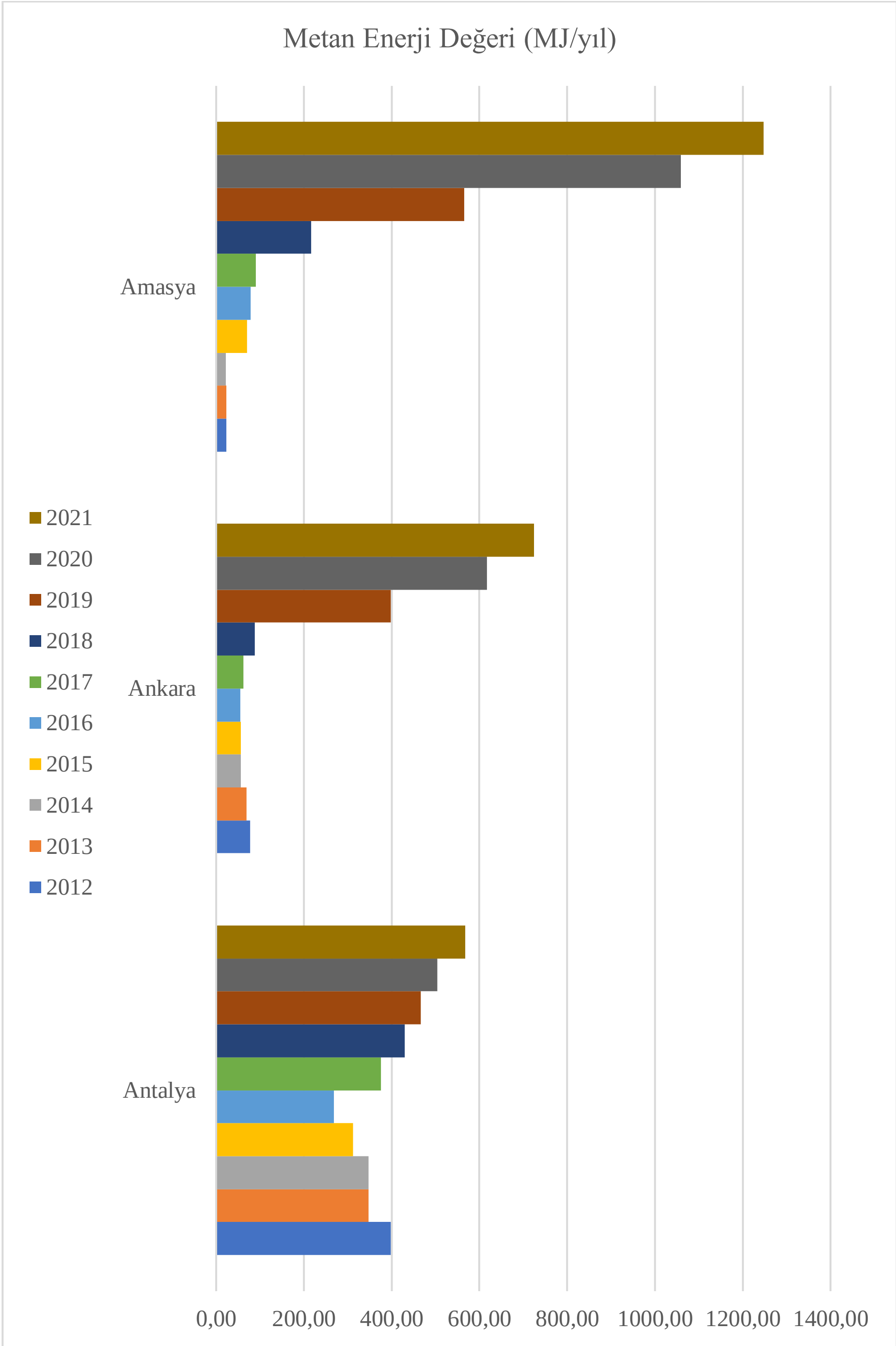
Şekil 1. Adana, Afyon, Aksaray yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 3. Amasya, Ankara, Antalya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Amasya	2012	2.90	2.55	2.52
	2013	2.89	2.54	2.51
	2014	2.88	2.53	2.51
	2015	8.95	7.88	7.79
	2016	10.08	8.87	8.77
	2017	11.52	10.14	10.02
	2018	27.70	24.37	24.10
	2019	72.23	63.56	62.84
	2020	135.28	119.04	117.69
	2021	159.36	140.24	138.65
Ankara	2012	9.84	8.65	8.56
	2013	8.88	7.81	7.73
	2014	7.20	6.34	6.26
	2015	7.20	6.34	6.26
	2016	6.96	6.12	6.06
	2017	7.90	6.95	6.87
	2018	11.26	9.91	9.79
	2019	50.82	44.72	44.22
	2020	78.86	69.40	68.61
	2021	92.50	81.40	80.48
Antalya	2012	50.75	44.66	44.15
	2013	44.35	39.03	38.59
	2014	44.35	39.03	38.59
	2015	39.79	35.02	34.62
	2016	34.27	30.16	29.82
	2017	47.90	42.16	41.68
	2018	54.90	48.31	47.77
	2019	59.52	52.38	51.78
	2020	64.37	56.64	56.00
	2021	72.53	63.82	63.10

Tablo 4. Amasya, Ankara, Antalya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Amasya	**2012**	0.63	22.70
	2013	0.63	22.63
	2014	0.63	22.55
	2015	1.95	70.09
	2016	2.19	78.93
	2017	2.51	90.20
	2018	6.02	216.86
	2019	15.71	565.56
	2020	29.42	1059.23
	2021	34.66	1247.83
Ankara	**2012**	2.14	77.01
	2013	1.93	69.53
	2014	1.57	56.38
	2015	1.57	56.38
	2016	1.51	54.50
	2017	1.72	61.83
	2018	2.45	88.13
	2019	11.05	397.94
	2020	17.15	617.51
	2021	20.12	724.28
Antalya	**2012**	11.04	397.38
	2013	9.65	347.28
	2014	9.65	347.28
	2015	8.65	311.57
	2016	7.45	268.35
	2017	10.42	375.09
	2018	11.94	429.89
	2019	12.95	466.04
	2020	14.00	504.00
	2021	15.77	567.89



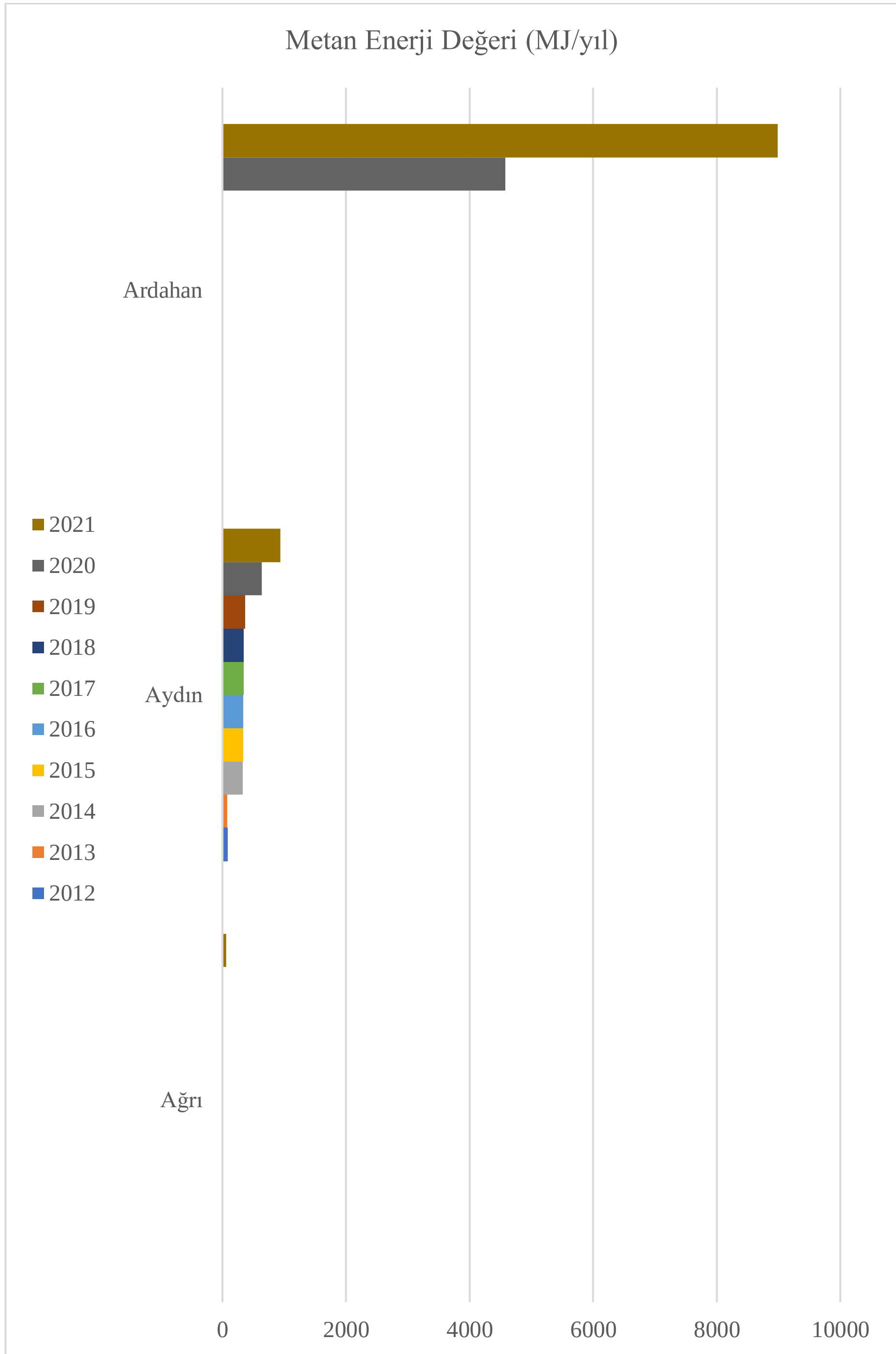
Şekil 2. Amasya, Ankara, Antalya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 5. Ardahan, Aydın, Ağrı yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Ardahan	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	584.41	514.28	508.44
	2021	1148.25	1010.46	998.97
Aydın	2012	10.72	9.43	9.33
	2013	10.10	8.89	8.79
	2014	41.57	36.58	36.16
	2015	43.27	38.08	37.65
	2016	42.94	37.78	37.35
	2017	43.61	38.38	37.94
	2018	44.21	38.90	38.46
	2019	45.56	40.09	39.63
	2020	81.65	71.85	71.03
	2021	119.15	104.85	103.66
Ağrı	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00	0.00
	2021	7.68	6.76	6.68

Tablo 6. Ardahan, Aydın, Ağrı yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Ardahan	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	127.11	4575.96
	2021	249.74	8990.77
Aydın	2012	2.33	83.93
	2013	2.20	79.08
	2014	9.04	325.48
	2015	9.41	338.82
	2016	9.34	336.19
	2017	9.48	341.45
	2018	9.62	346.15
	2019	9.91	356.71
	2020	17.76	639.30
	2021	25.92	932.95
Ağrı	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00
	2021	1.67	60.13



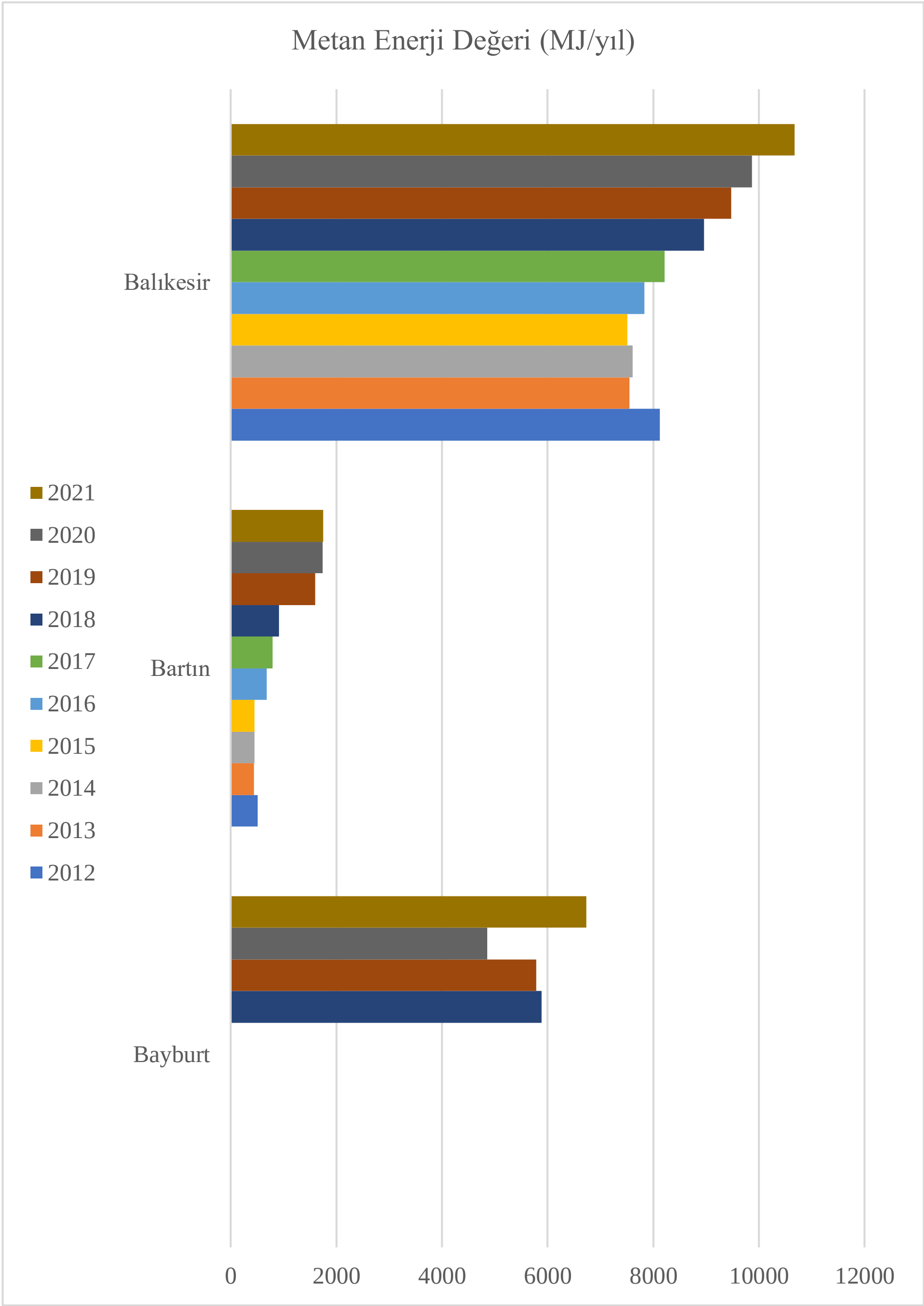
Şekil 3. Ardahan, Aydın, Ağrı yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 7. Balıkesir, Bartın, Bayburt yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Balıkesir	2012	1037.87	913.33	902.95
	2013	964.61	848.86	839.21
	2014	971.71	855.11	845.39
	2015	958.99	843.91	834.32
	2016	1000.70	880.62	870.61
	2017	1049.01	923.13	912.64
	2018	1144.75	1007.38	995.93
	2019	1210.53	1065.26	1053.16
	2020	1260.31	1109.07	1096.47
	2021	1363.58	1199.95	1186.31
Bartın	2012	64.89	57.10	56.46
	2013	56.88	50.05	49.49
	2014	56.90	50.08	49.51
	2015	56.95	50.12	49.55
	2016	86.81	76.40	75.53
	2017	100.97	88.86	87.85
	2018	116.59	102.60	101.43
	2019	204.65	180.09	178.05
	2020	222.60	195.89	193.66
	2021	223.25	196.46	194.23
Bayburt	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	751.97	661.74	654.22
	2019	738.80	650.15	642.76
	2020	620.66	546.18	539.98
	2021	860.47	757.22	748.61

Tablo 8. Balıkesir, Bartın, Bayburt yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Balıkesir	2012	225.74	8126.53
	2013	209.80	7552.88
	2014	211.35	7608.50
	2015	208.58	7508.91
	2016	217.65	7835.51
	2017	228.16	8213.72
	2018	248.98	8963.41
	2019	263.29	9478.42
	2020	274.12	9868.24
	2021	296.58	10676.83
Bartın	2012	14.11	508.10
	2013	12.37	445.37
	2014	12.38	445.56
	2015	12.39	445.93
	2016	18.88	679.74
	2017	21.96	790.62
	2018	25.36	912.88
	2019	44.51	1602.43
	2020	48.42	1742.96
	2021	48.56	1748.07
Bayburt	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	163.55	5887.95
	2019	160.69	5784.82
	2020	134.99	4859.80
	2021	187.15	6737.50



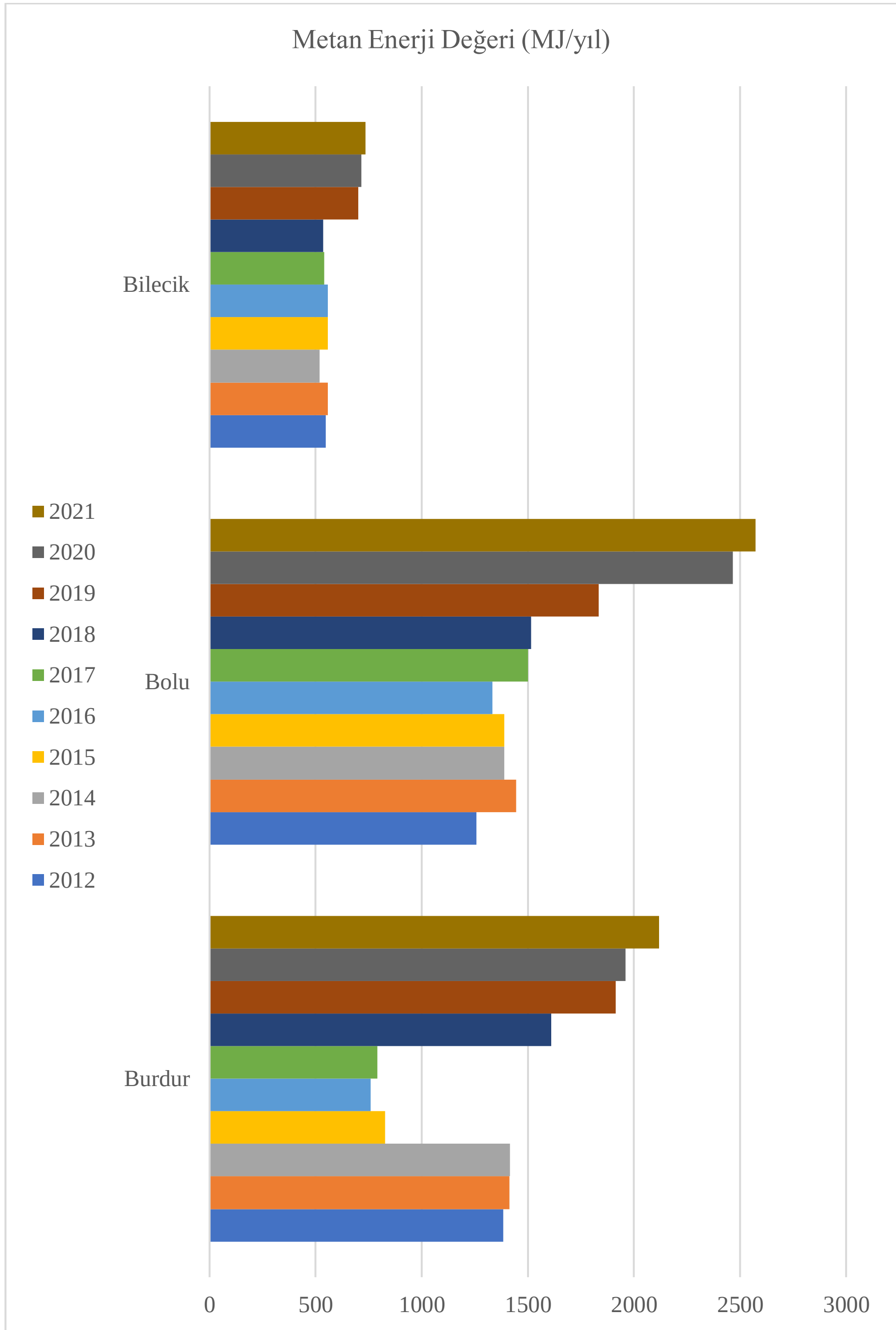
Şekil 4. Balıkesir, Bartın, Bayburt yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 9. Bilecik, Bolu, Burdur yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Bilecik	2012	69.98	61.59	60.89
	2013	71.31	62.76	62.04
	2014	66.05	58.12	57.46
	2015	71.02	62.49	61.78
	2016	71.02	62.49	61.78
	2017	68.86	60.59	59.90
	2018	68.35	60.15	59.47
	2019	89.50	78.76	77.86
	2020	91.35	80.39	79.48
	2021	93.77	82.52	81.58
Bolu	2012	160.49	141.23	139.62
	2013	184.66	162.50	160.65
	2014	177.32	156.04	154.27
	2015	177.32	156.04	154.27
	2016	170.21	149.78	148.08
	2017	191.76	168.75	166.83
	2018	193.56	170.33	168.40
	2019	234.22	206.11	203.77
	2020	315.04	277.23	274.08
	2021	328.56	289.13	285.84
Burdur	2012	176.85	155.63	153.86
	2013	180.58	158.91	157.11
	2014	180.82	159.12	157.31
	2015	105.70	93.02	91.96
	2016	97.02	85.38	84.41
	2017	101.10	88.97	87.95
	2018	205.77	181.07	179.02
	2019	244.57	215.23	212.78
	2020	250.24	220.21	217.71
	2021	270.51	238.05	235.35

Tablo 10. Bilecik, Bolu, Burdur yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Bilecik	2012	15.22	547.97
	2013	15.51	558.39
	2014	14.37	517.16
	2015	15.45	556.06
	2016	15.45	556.06
	2017	14.98	539.14
	2018	14.87	535.20
	2019	19.47	700.75
	2020	19.87	715.30
	2021	20.39	734.20
Bolu	2012	34.91	1256.62
	2013	40.16	1445.89
	2014	38.57	1388.43
	2015	38.57	1388.43
	2016	37.02	1332.73
	2017	41.71	1501.48
	2018	42.10	1515.57
	2019	50.94	1833.95
	2020	68.52	2466.75
	2021	71.46	2572.59
Burdur	2012	38.47	1384.74
	2013	39.28	1413.95
	2014	39.33	1415.83
	2015	22.99	827.64
	2016	21.10	759.65
	2017	21.99	791.59
	2018	44.75	1611.15
	2019	53.19	1915.02
	2020	54.43	1959.37
	2021	58.84	2118.12



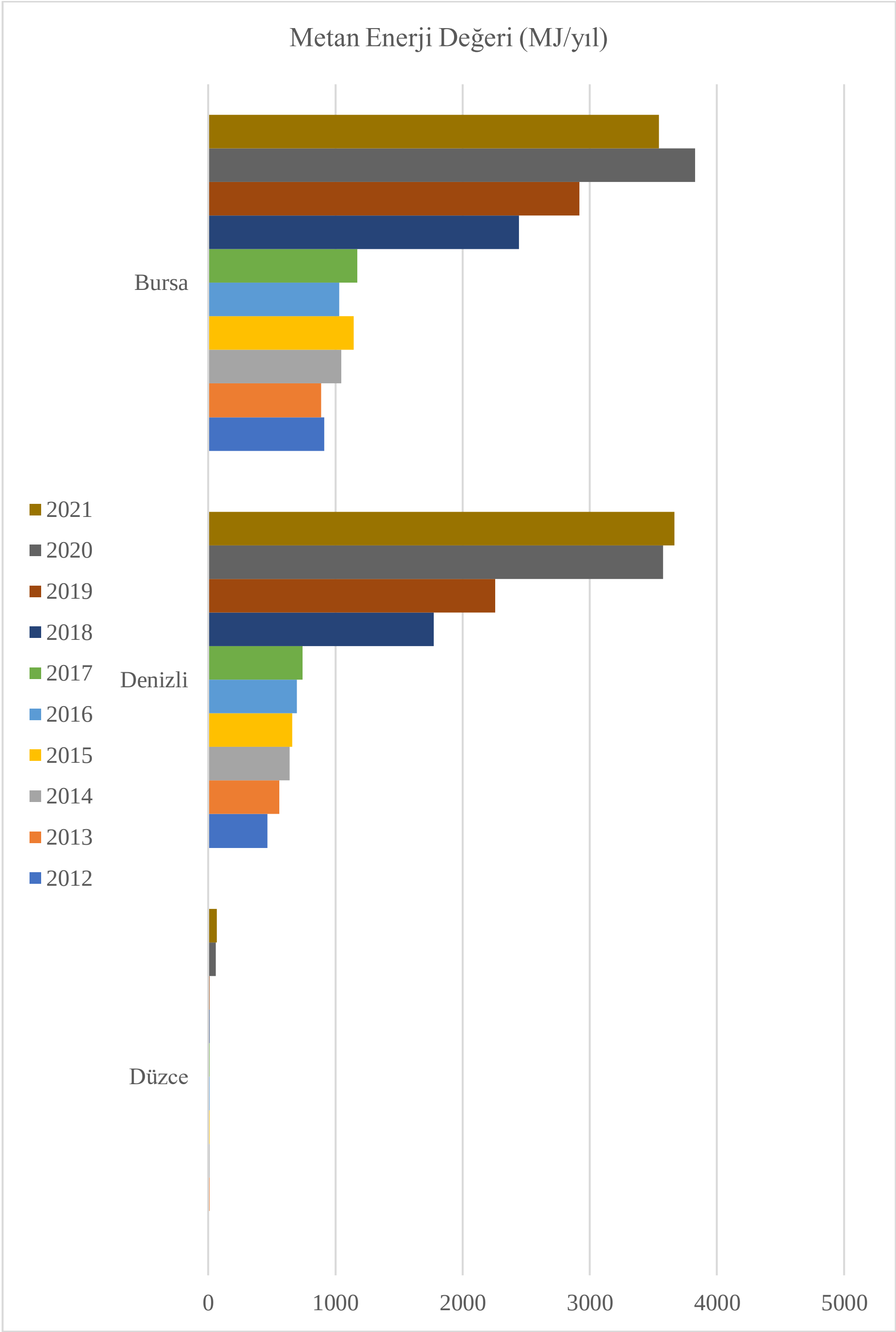
Şekil 5. Bilecik, Bolu, Burdur yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 11. Bursa, Denizli, Düzce yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Bursa	**2012**	116.77	102.76	101.59
	2013	113.33	99.73	98.60
	2014	133.55	117.52	116.19
	2015	146.30	128.75	127.28
	2016	131.69	115.89	114.57
	2017	149.95	131.96	130.46
	2018	312.26	274.79	271.67
	2019	372.98	328.23	324.50
	2020	488.88	430.21	425.33
	2021	452.56	398.25	393.73
Denizli	**2012**	59.62	52.46	51.87
	2013	71.33	62.77	62.06
	2014	81.80	71.98	71.16
	2015	84.44	74.30	73.46
	2016	89.00	78.32	77.43
	2017	94.68	83.32	82.37
	2018	226.63	199.43	197.17
	2019	288.00	253.44	250.56
	2020	456.66	401.86	397.29
	2021	468.10	411.92	407.24
Düzce	**2012**	1.08	0.95	0.94
	2013	1.31	1.15	1.14
	2014	1.45	1.28	1.26
	2015	1.43	1.25	1.24
	2016	1.37	1.20	1.19
	2017	1.33	1.17	1.16
	2018	1.40	1.23	1.22
	2019	1.37	1.20	1.19
	2020	7.44	6.54	6.47
	2021	8.59	7.56	7.48

Tablo 12. Bursa, Denizli, Düzce yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Bursa	2012	25.40	914.34
	2013	24.65	887.40
	2014	29.05	1045.70
	2015	31.82	1145.56
	2016	28.64	1031.12
	2017	32.61	1174.12
	2018	67.92	2445.03
	2019	81.12	2920.46
	2020	106.33	3827.93
	2021	98.43	3543.53
Denizli	2012	12.97	466.79
	2013	15.51	558.50
	2014	17.79	640.47
	2015	18.37	661.14
	2016	19.36	696.84
	2017	20.59	741.34
	2018	49.29	1774.49
	2019	62.64	2255.08
	2020	99.32	3575.63
	2021	101.81	3665.19
Düzce	2012	0.24	8.49
	2013	0.28	10.22
	2014	0.32	11.35
	2015	0.31	11.16
	2016	0.30	10.71
	2017	0.29	10.41
	2018	0.30	10.97
	2019	0.30	10.71
	2020	1.62	58.22
	2021	1.87	67.28



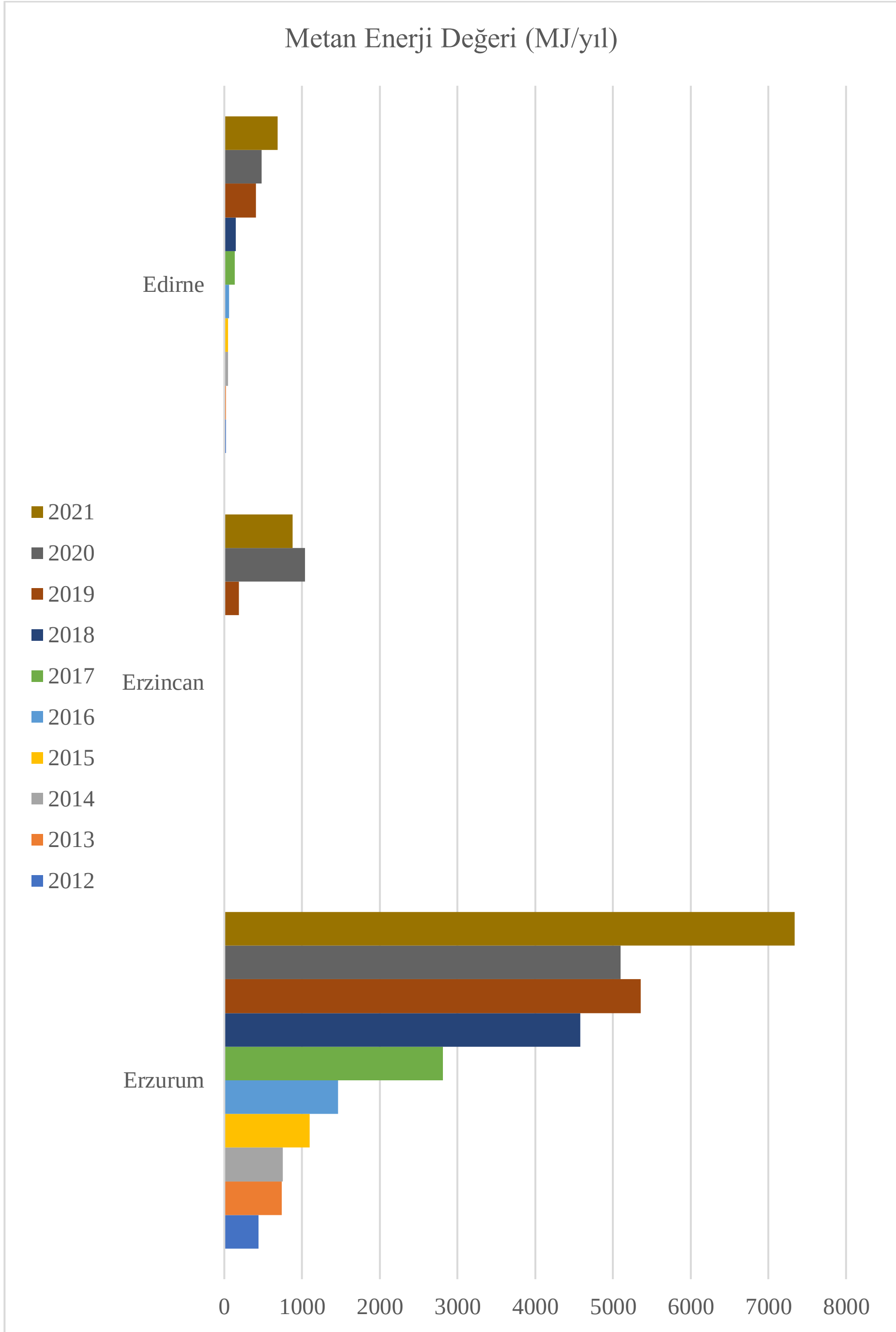
Şekil 6. Bursa, Denizli, Düzce yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 13. Edirne, Erzincan, Erzurum yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Edirne	2012	2.32	2.04	2.02
	2013	2.93	2.58	2.55
	2014	6.34	5.58	5.51
	2015	6.43	5.66	5.60
	2016	7.68	6.76	6.68
	2017	16.94	14.91	14.74
	2018	18.61	16.38	16.19
	2019	51.56	45.37	44.86
	2020	61.70	54.30	53.68
	2021	87.63	77.11	76.24
Erzincan	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	24.00	21.12	20.88
	2020	132.24	116.37	115.05
	2021	112.59	99.08	97.95
Erzurum	2012	56.48	49.70	49.14
	2013	94.36	83.04	82.10
	2014	96.31	84.75	83.79
	2015	140.64	123.76	122.35
	2016	186.59	164.20	162.33
	2017	359.40	316.28	312.68
	2018	585.35	515.11	509.25
	2019	684.24	602.13	595.28
	2020	650.85	572.74	566.24
	2021	937.67	825.15	815.77

Tablo 14. Edirne, Erzincan, Erzurum yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Edirne	**2012**	0.50	18.15
	2013	0.64	22.93
	2014	1.38	49.61
	2015	1.40	50.36
	2016	1.67	60.13
	2017	3.68	132.63
	2018	4.05	145.71
	2019	11.21	403.73
	2020	13.42	483.10
	2021	19.06	686.13
Erzincan	**2012**	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	5.22	187.92
	2020	28.76	1035.44
	2021	24.49	881.57
Erzurum	**2012**	12.28	442.25
	2013	20.52	738.86
	2014	20.95	754.09
	2015	30.59	1101.17
	2016	40.58	1461.00
	2017	78.17	2814.14
	2018	127.31	4583.29
	2019	148.82	5357.56
	2020	141.56	5096.13
	2021	203.94	7341.92



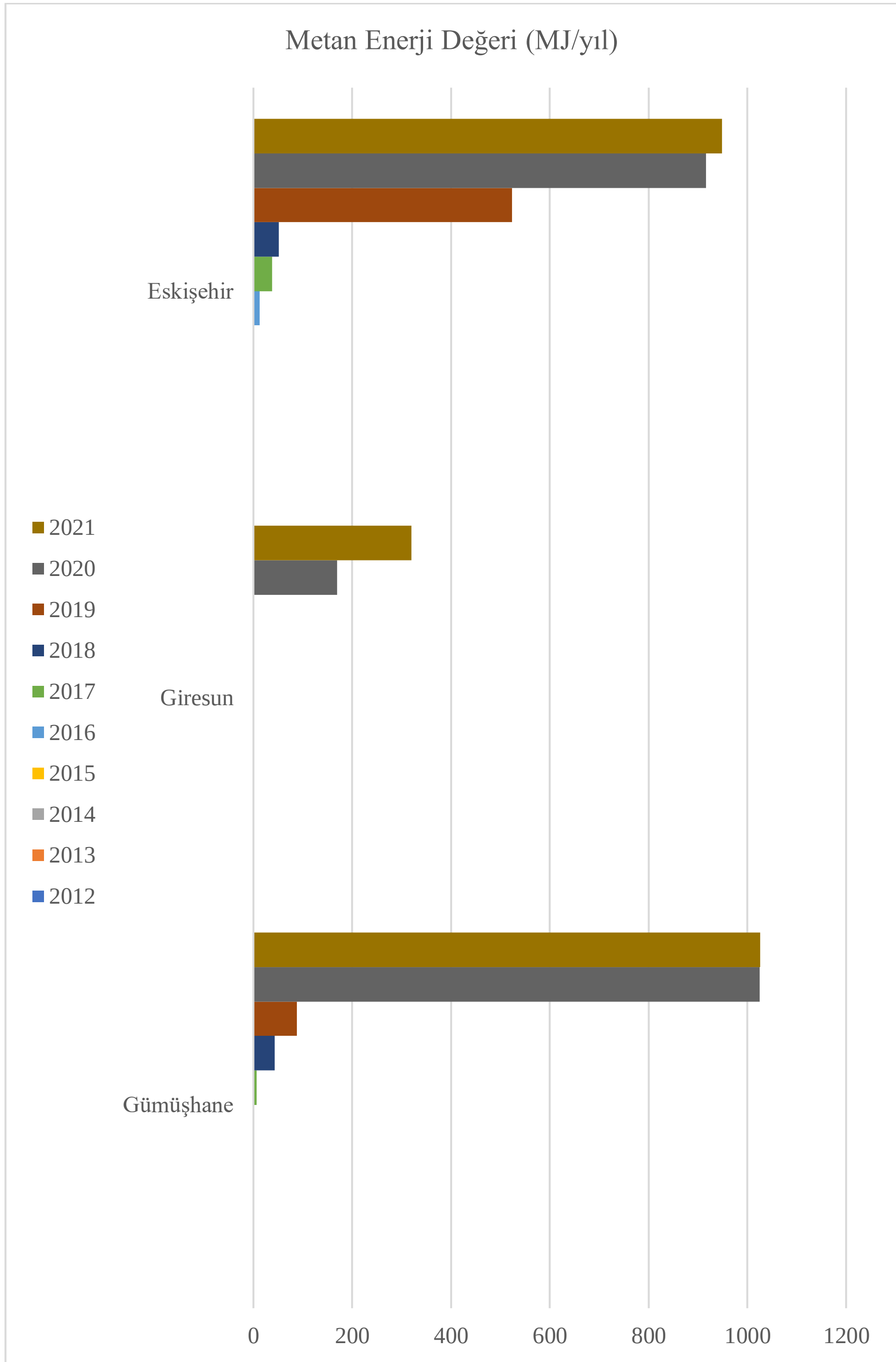
Şekil 7. Edirne, Erzincan, Erzurum yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 15. Eskişehir, Giresun, Gümüşhane yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Eskişehir	**2012**	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	1.68	1.48	1.46
	2017	4.85	4.27	4.22
	2018	6.62	5.83	5.76
	2019	66.90	58.87	58.20
	2020	117.02	102.98	101.81
	2021	121.18	106.63	105.42
Giresun	**2012**	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	21.60	19.01	18.79
	2021	40.80	35.90	35.50
Gümüşhane	**2012**	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.77	0.68	0.67
	2018	5.52	4.86	4.80
	2019	11.28	9.93	9.81
	2020	130.97	115.25	113.94
	2021	131.10	115.37	114.05

Tablo 16. Eskişehir, Giresun, Gümüşhane yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Eskişehir	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.37	13.15
	2017	1.05	37.96
	2018	1.44	51.87
	2019	14.55	523.81
	2020	25.45	916.30
	2021	26.36	948.81
Giresun	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	4.70	169.13
	2021	8.87	319.46
Gümüşhane	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.17	6.01
	2018	1.20	43.22
	2019	2.45	88.32
	2020	28.49	1025.48
	2021	28.51	1026.49



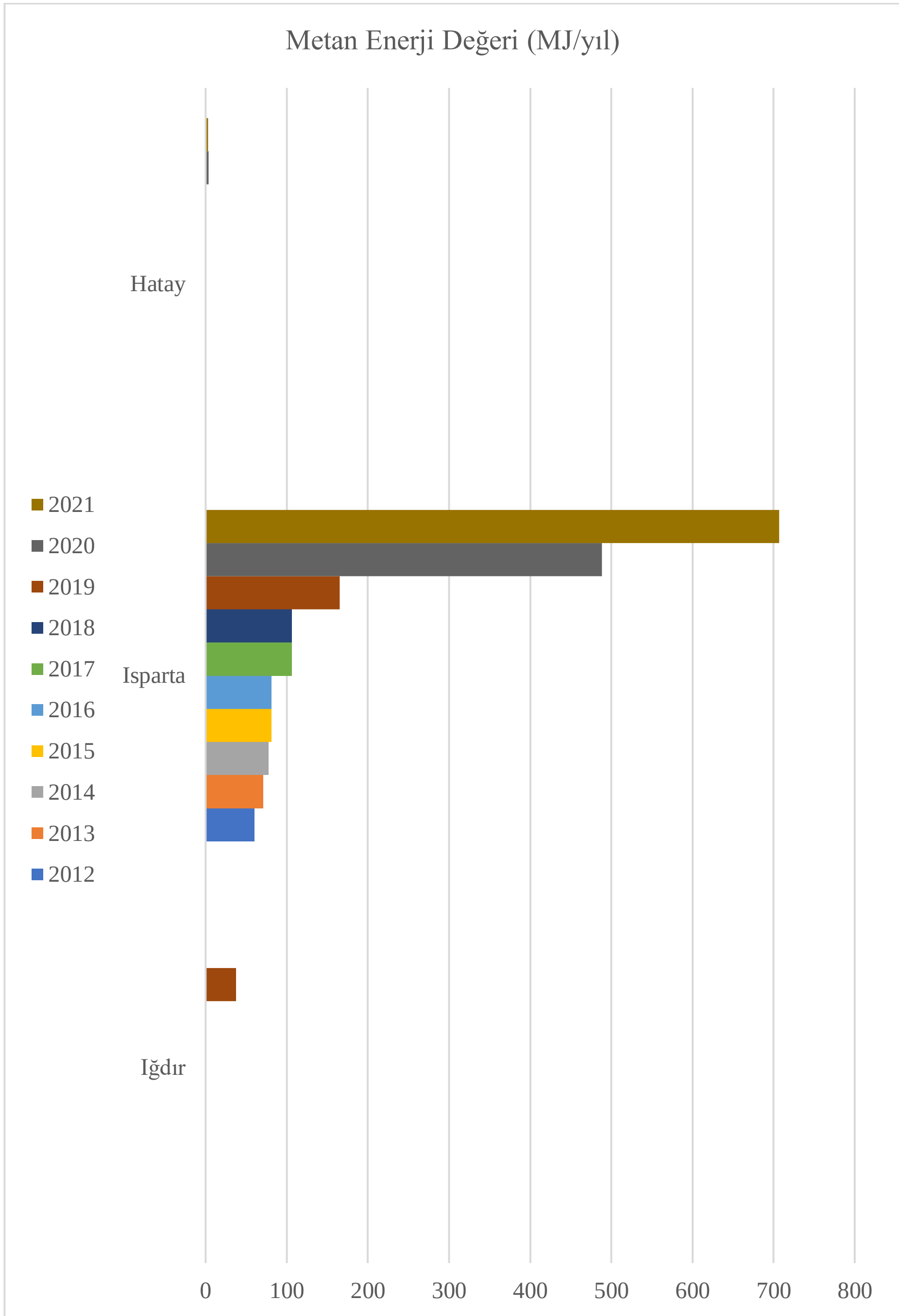
Şekil 8. Eskişehir, Giresun, Gümüşhane yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 17. Hatay, Isparta, Iğdır yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Hatay	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	0.44	0.39	0.38
	2021	0.36	0.31	0.31
Isparta	2012	7.66	6.74	6.66
	2013	9.03	7.95	7.86
	2014	9.90	8.71	8.61
	2015	10.38	9.13	9.03
	2016	10.38	9.13	9.03
	2017	13.62	11.98	11.85
	2018	13.63	12.00	11.86
	2019	21.10	18.57	18.36
	2020	62.34	54.86	54.24
	2021	90.26	79.43	78.53
Iğdır	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	4.80	4.22	4.18
	2020	0.00	0.00	0.00
	2021	0.00	0.00	0.00

Tablo 18. Hatay, Isparta, Iğdır yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Hatay	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.10	3.46
	2021	0.08	2.78
Isparta	2012	1.67	59.95
	2013	1.96	70.73
	2014	2.15	77.50
	2015	2.26	81.26
	2016	2.26	81.26
	2017	2.96	106.63
	2018	2.96	106.74
	2019	4.59	165.22
	2020	13.56	488.14
	2021	19.63	706.77
Iğdır	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	1.04	37.58
	2020	0.00	0.00
	2021	0.00	0.00



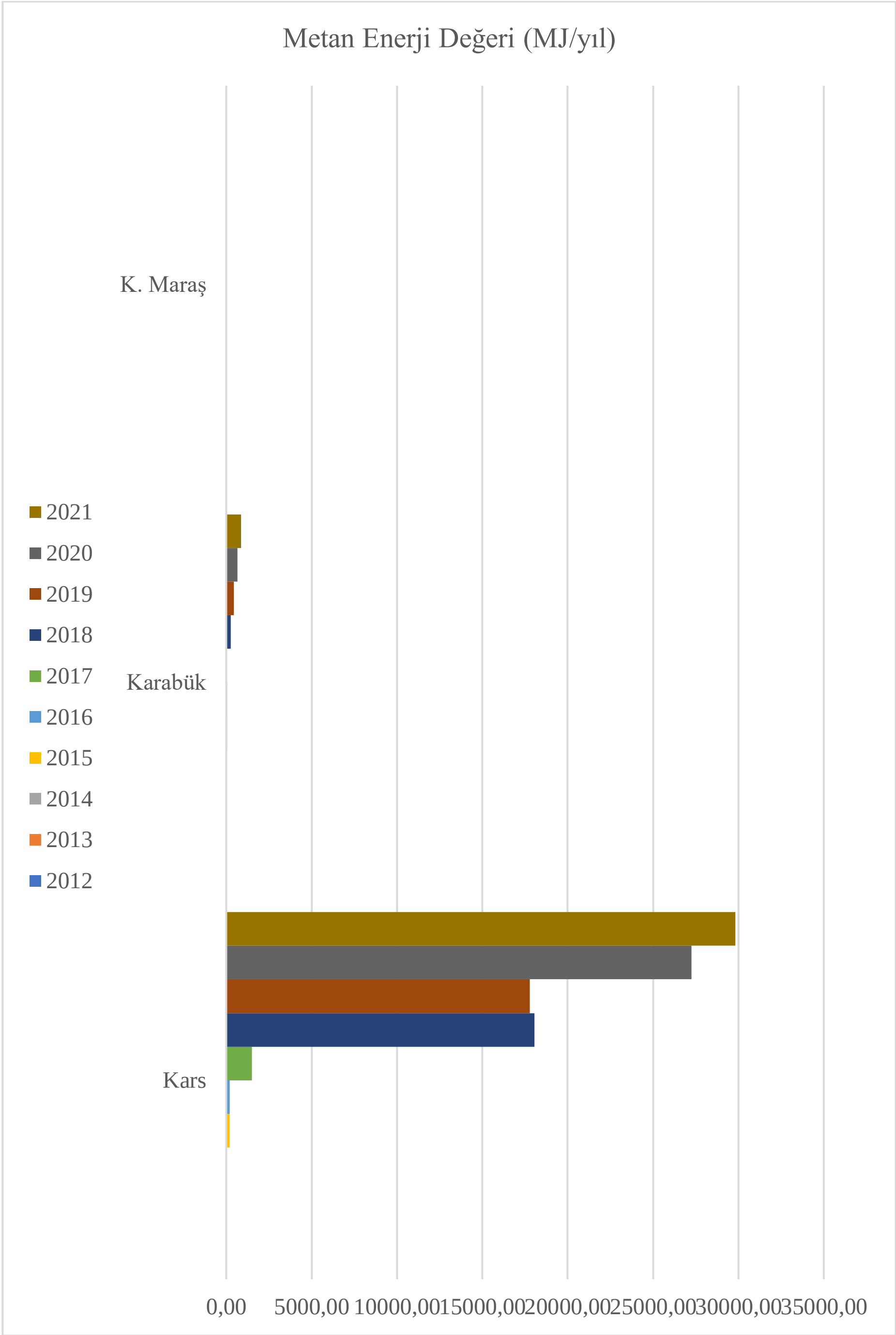
Şekil 9. Hatay, Isparta, Iğdır yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 19. K. Maraş, Karabük, Kars yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
K. Maraş	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	0.67	0.59	0.58
	2021	0.43	0.38	0.38
Karabük	2012	5.21	4.58	4.53
	2013	4.22	3.72	3.67
	2014	5.61	4.94	4.88
	2015	5.39	4.74	4.69
	2016	4.80	4.22	4.17
	2017	3.18	2.80	2.76
	2018	34.94	30.75	30.40
	2019	56.16	49.42	48.86
	2020	84.00	73.92	73.08
	2021	109.34	96.22	95.13
Kars	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	25.97	22.85	22.59
	2016	25.75	22.66	22.40
	2017	192.59	169.48	167.55
	2018	2304.22	2027.71	2004.67
	2019	2271.28	1998.73	1976.02
	2020	3481.79	3063.98	3029.16
	2021	3807.72	3350.79	3312.71

Tablo 20. K. Maraş, Karabük, Kars yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
K. Maraş	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.15	5.26
	2021	0.09	3.38
Karabük	2012	1.13	40.78
	2013	0.92	33.07
	2014	1.22	43.94
	2015	1.17	42.17
	2016	1.04	37.55
	2017	0.69	24.88
	2018	7.60	273.61
	2019	12.21	439.73
	2020	18.27	657.72
	2021	23.78	856.16
Kars	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	5.65	203.33
	2016	5.60	201.60
	2017	41.89	1507.98
	2018	501.17	18042.01
	2019	494.00	17784.15
	2020	757.29	27262.42
	2021	828.18	29814.41



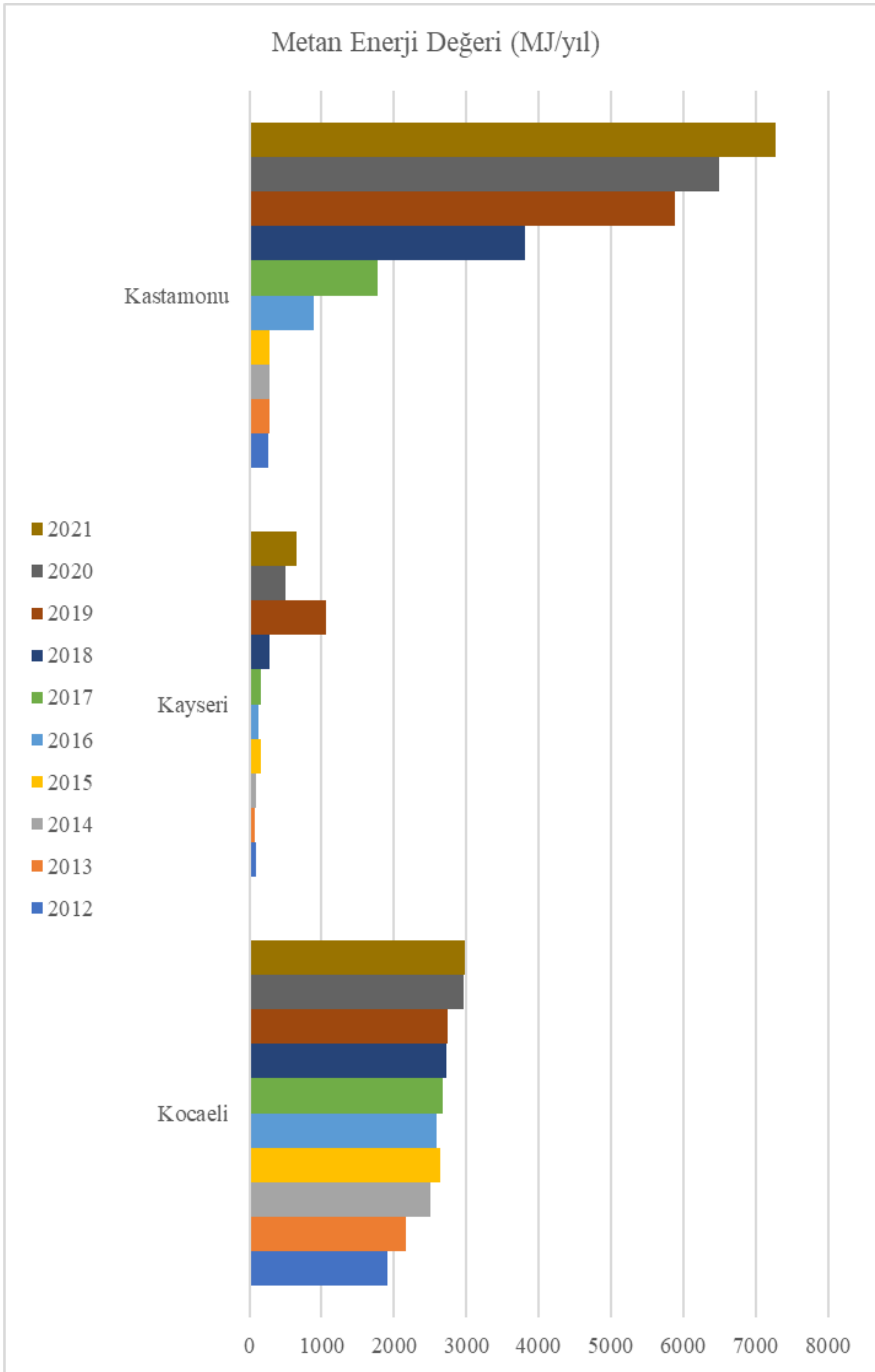
Şekil 10. K. Maraş, Karabük, Kars yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 21. Kastamonu, Kayseri, Kocaeli yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Kastamonu	**2012**	33.72	29.68	29.34
	2013	34.93	30.74	30.39
	2014	35.22	31.00	30.64
	2015	35.13	30.92	30.56
	2016	112.83	99.29	98.17
	2017	226.83	199.61	197.34
	2018	485.97	427.65	422.79
	2019	752.05	661.80	654.28
	2020	830.18	730.56	722.26
	2021	929.02	817.53	808.24
Kayseri	**2012**	11.59	10.20	10.08
	2013	9.60	8.45	8.35
	2014	12.48	10.98	10.86
	2015	19.68	17.32	17.12
	2016	15.94	14.03	13.87
	2017	19.78	17.40	17.21
	2018	34.86	30.68	30.33
	2019	136.34	119.98	118.62
	2020	63.02	55.46	54.83
	2021	82.56	72.65	71.83
Kocaeli	**2012**	244.25	214.94	212.50
	2013	275.38	242.33	239.58
	2014	318.65	280.41	277.23
	2015	337.90	297.35	293.97
	2016	330.73	291.05	287.74
	2017	340.98	300.06	296.65
	2018	347.08	305.43	301.96
	2019	350.09	308.08	304.58
	2020	377.39	332.10	328.33
	2021	380.56	334.90	331.09

Tablo 22. Kastamonu, Kayseri, Kocaeli yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Kastamonu	2012	7.34	264.07
	2013	7.60	273.54
	2014	7.66	275.79
	2015	7.64	275.08
	2016	24.54	883.49
	2017	49.34	1776.07
	2018	105.70	3805.12
	2019	163.57	5888.55
	2020	180.57	6500.34
	2021	202.06	7274.20
Kayseri	2012	2.52	90.73
	2013	2.09	75.17
	2014	2.71	97.72
	2015	4.28	154.09
	2016	3.47	124.82
	2017	4.30	154.85
	2018	7.58	272.97
	2019	29.65	1067.57
	2020	13.71	493.48
	2021	17.96	646.44
Kocaeli	2012	53.12	1912.46
	2013	59.89	2156.19
	2014	69.31	2495.05
	2015	73.49	2645.73
	2016	71.93	2589.65
	2017	74.16	2669.89
	2018	75.49	2717.62
	2019	76.14	2741.19
	2020	82.08	2954.93
	2021	82.77	2979.81



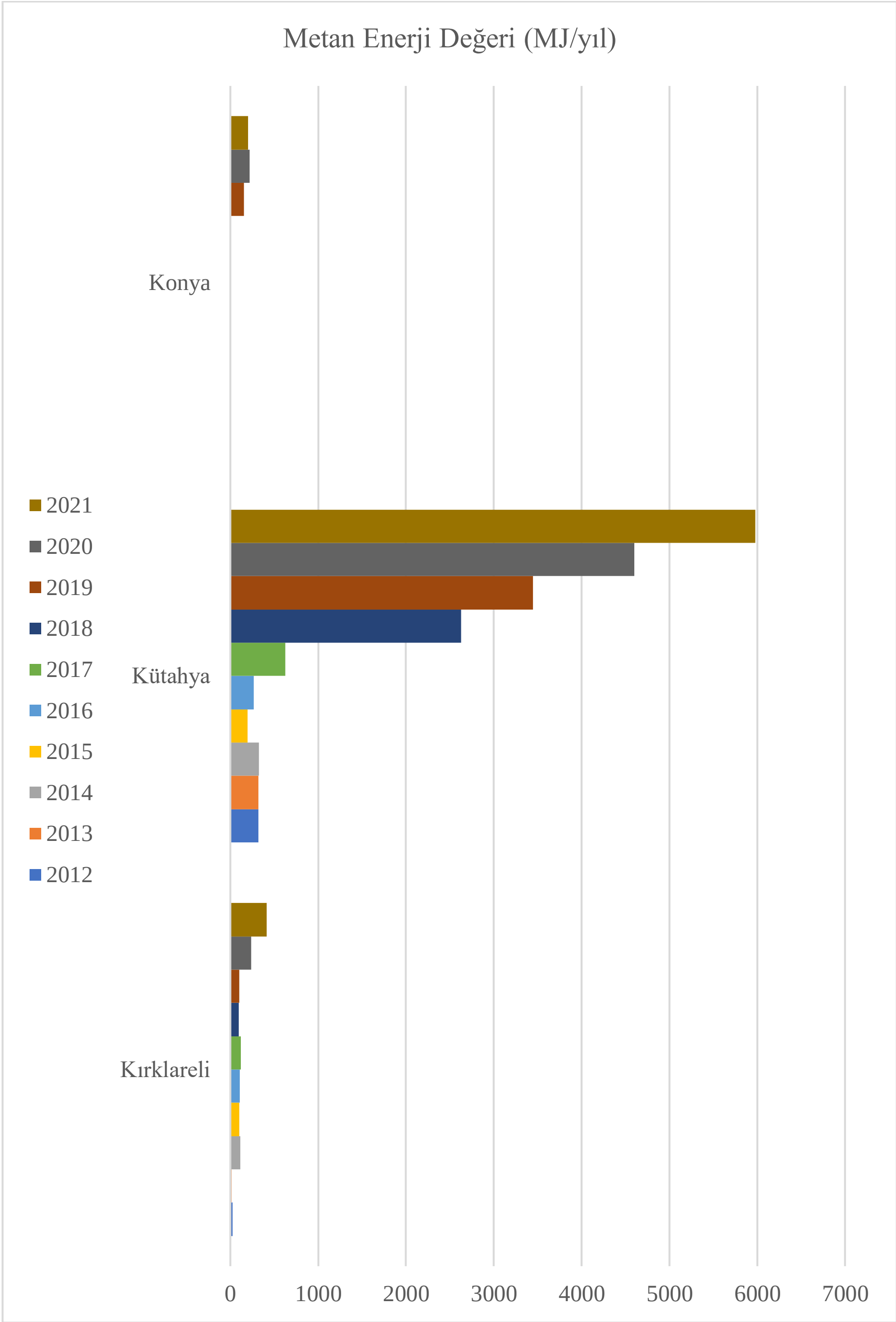
Şekil 11. Kastamonu, Kayseri, Kocaeli yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 23. Konya, Kütahya, Kırklareli yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Konya	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	19.46	17.13	16.93
	2020	28.37	24.96	24.68
	2021	25.58	22.51	22.26
Kütahya	2012	40.95	36.04	35.63
	2013	40.54	35.67	35.27
	2014	41.47	36.50	36.08
	2015	24.65	21.69	21.45
	2016	33.77	29.72	29.38
	2017	80.26	70.63	69.82
	2018	335.89	295.59	292.23
	2019	440.17	387.35	382.95
	2020	587.34	516.86	510.98
	2021	763.56	671.93	664.30
Kırklareli	2012	3.07	2.70	2.67
	2013	1.46	1.28	1.27
	2014	14.64	12.88	12.74
	2015	13.20	11.62	11.48
	2016	13.44	11.83	11.69
	2017	15.36	13.52	13.36
	2018	12.48	10.98	10.86
	2019	12.72	11.19	11.07
	2020	29.96	26.36	26.06
	2021	52.63	46.32	45.79

Tablo 24. Konya, Kütahya, Kırklareli yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Konya	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	4.23	152.40
	2020	6.17	222.12
	2021	5.56	200.32
Kütahya	2012	8.91	320.67
	2013	8.82	317.40
	2014	9.02	324.73
	2015	5.36	193.03
	2016	7.35	264.44
	2017	17.46	628.40
	2018	73.06	2630.05
	2019	95.74	3446.53
	2020	127.75	4598.85
	2021	166.07	5978.67
Kırklareli	2012	0.67	24.02
	2013	0.32	11.43
	2014	3.18	114.63
	2015	2.87	103.36
	2016	2.92	105.24
	2017	3.34	120.27
	2018	2.71	97.72
	2019	2.77	99.60
	2020	6.52	234.56
	2021	11.45	412.11



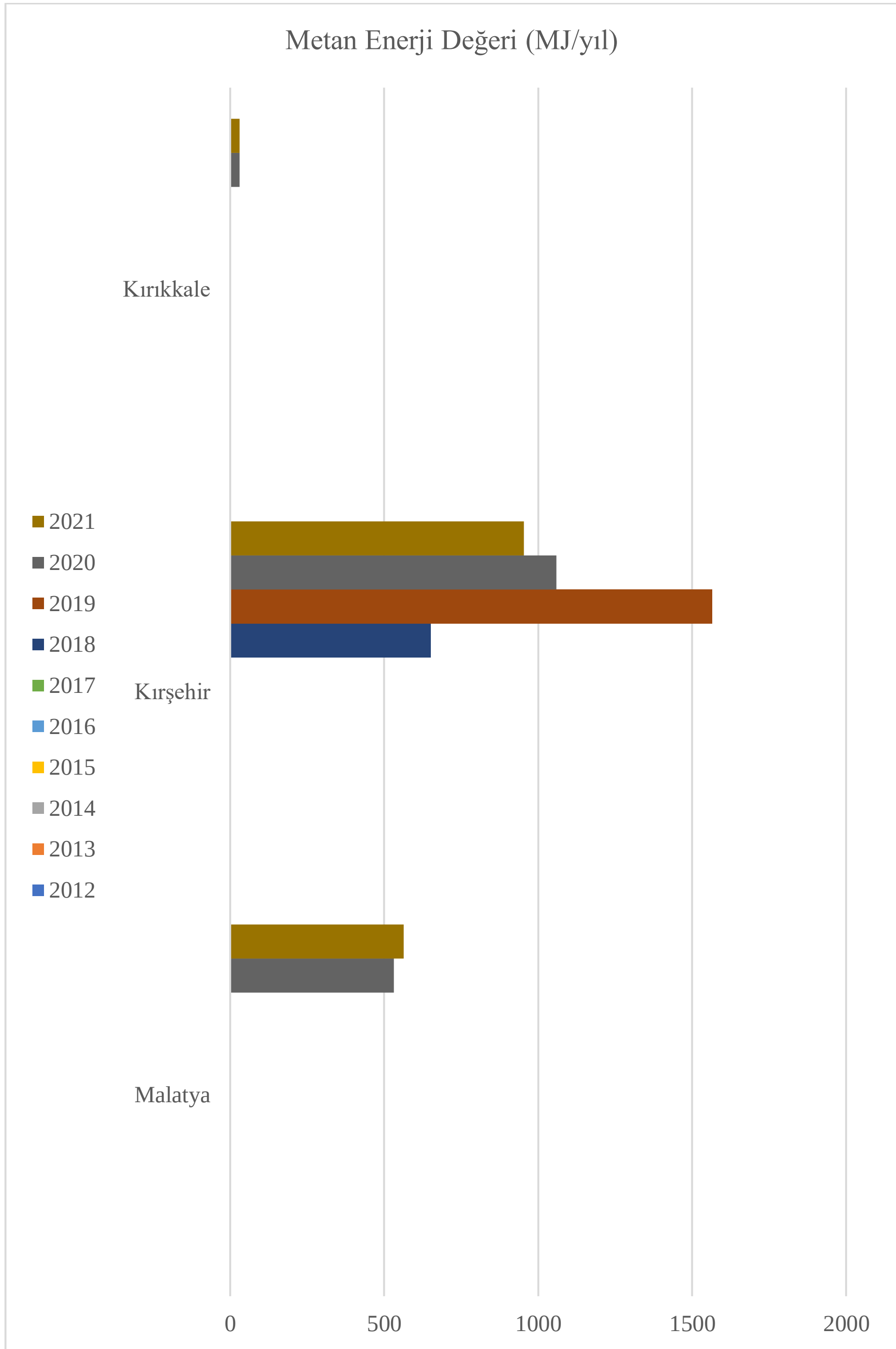
Şekil 12. Konya, Kütahya, Kırklareli yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 25. Kırıkkale, Kırşehir, Malatya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Kırıkkale	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	3.84	3.38	3.34
	2021	3.84	3.38	3.34
Kırşehir	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	83.14	73.16	72.33
	2019	199.92	175.93	173.93
	2020	135.35	119.10	117.75
	2021	121.82	107.20	105.98
Malatya	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	67.97	59.82	59.14
	2021	71.88	63.26	62.54

Tablo 26. Kırıkkale, Kırşehir, Malatya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Kırıkkale	**2012**	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.84	30.07
	2021	0.84	30.07
Kırşehir	**2012**	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	18.08	650.95
	2019	43.48	1565.37
	2020	29.44	1059.76
	2021	26.50	953.84
Malatya	**2012**	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	14.78	532.23
	2021	15.63	562.86



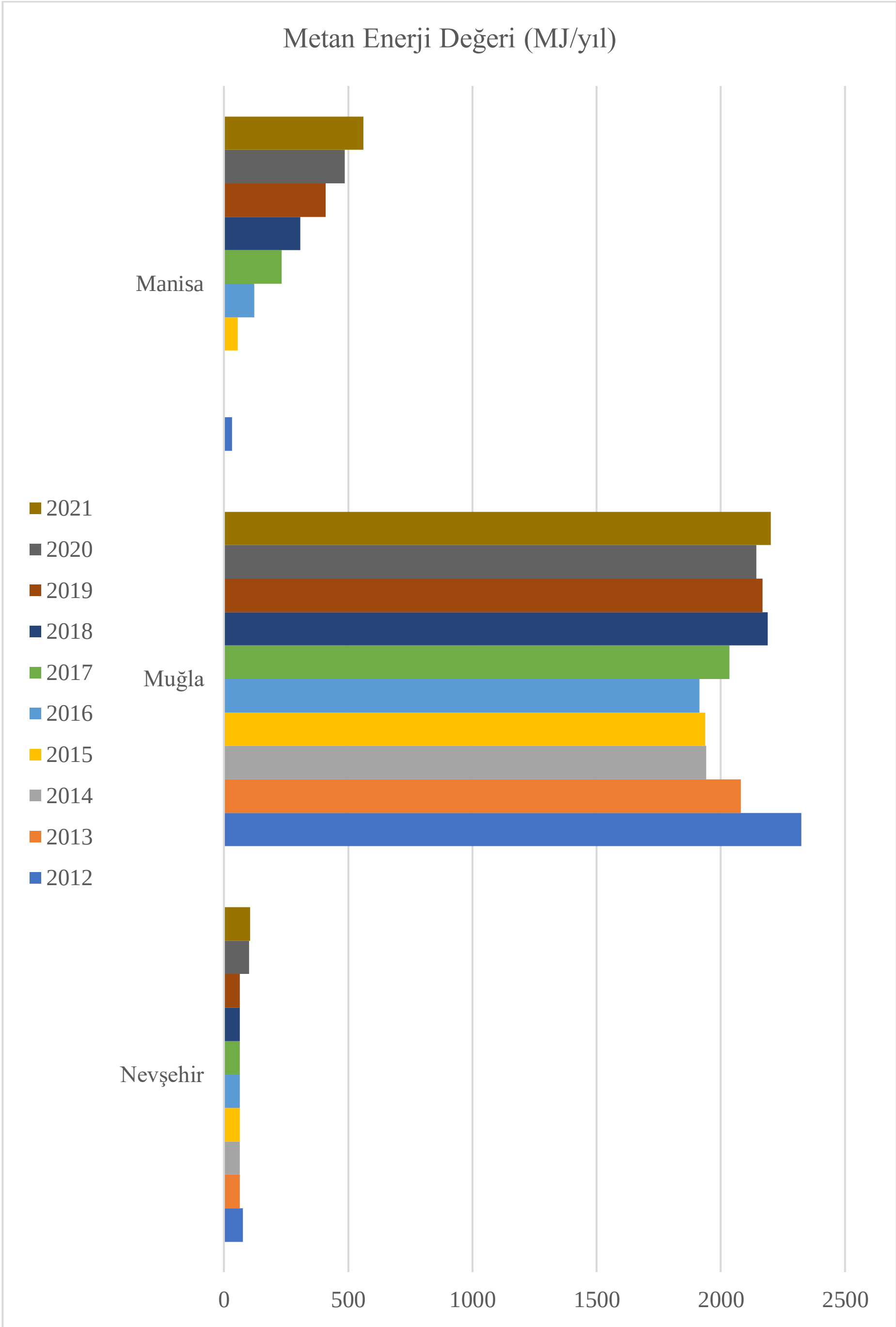
Şekil 13. Kırıkkale, Kırşehir, Malatya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 27. Manisa, Muğla, Nevşehir yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Manisa	2012	4.06	3.57	3.53
	2013	0.24	0.21	0.21
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	7.20	6.34	6.26
	2016	15.55	13.69	13.53
	2017	29.64	26.08	25.79
	2018	39.36	34.64	34.24
	2019	52.25	45.98	45.46
	2020	62.08	54.63	54.01
	2021	71.78	63.17	62.45
Muğla	2012	296.70	261.10	258.13
	2013	265.76	233.87	231.21
	2014	247.90	218.15	215.67
	2015	247.39	217.70	215.23
	2016	244.51	215.17	212.73
	2017	260.00	228.80	226.20
	2018	279.50	245.96	243.17
	2019	276.80	243.59	240.82
	2020	273.62	240.79	238.05
	2021	281.17	247.43	244.62
Nevşehir	2012	9.85	8.67	8.57
	2013	8.16	7.18	7.10
	2014	8.16	7.18	7.10
	2015	8.16	7.18	7.10
	2016	8.16	7.18	7.10
	2017	8.16	7.18	7.10
	2018	8.16	7.18	7.10
	2019	8.16	7.18	7.10
	2020	12.96	11.40	11.28
	2021	13.44	11.83	11.69

Tablo 28. Manisa, Muğla, Nevşehir yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Manisa	2012	0.88	31.76
	2013	0.05	1.88
	2014	0.00	0.00
	2015	1.57	56.38
	2016	3.38	121.77
	2017	6.45	232.08
	2018	8.56	308.19
	2019	11.36	409.10
	2020	13.50	486.11
	2021	15.61	562.03
Muğla	2012	64.53	2323.18
	2013	57.80	2080.91
	2014	53.92	1941.03
	2015	53.81	1937.08
	2016	53.18	1914.53
	2017	56.55	2035.77
	2018	60.79	2188.52
	2019	60.20	2167.36
	2020	59.51	2142.48
	2021	61.16	2201.60
Nevşehir	2012	2.14	77.12
	2013	1.77	63.89
	2014	1.77	63.89
	2015	1.77	63.89
	2016	1.77	63.89
	2017	1.77	63.89
	2018	1.77	63.89
	2019	1.77	63.89
	2020	2.82	101.48
	2021	2.92	105.24



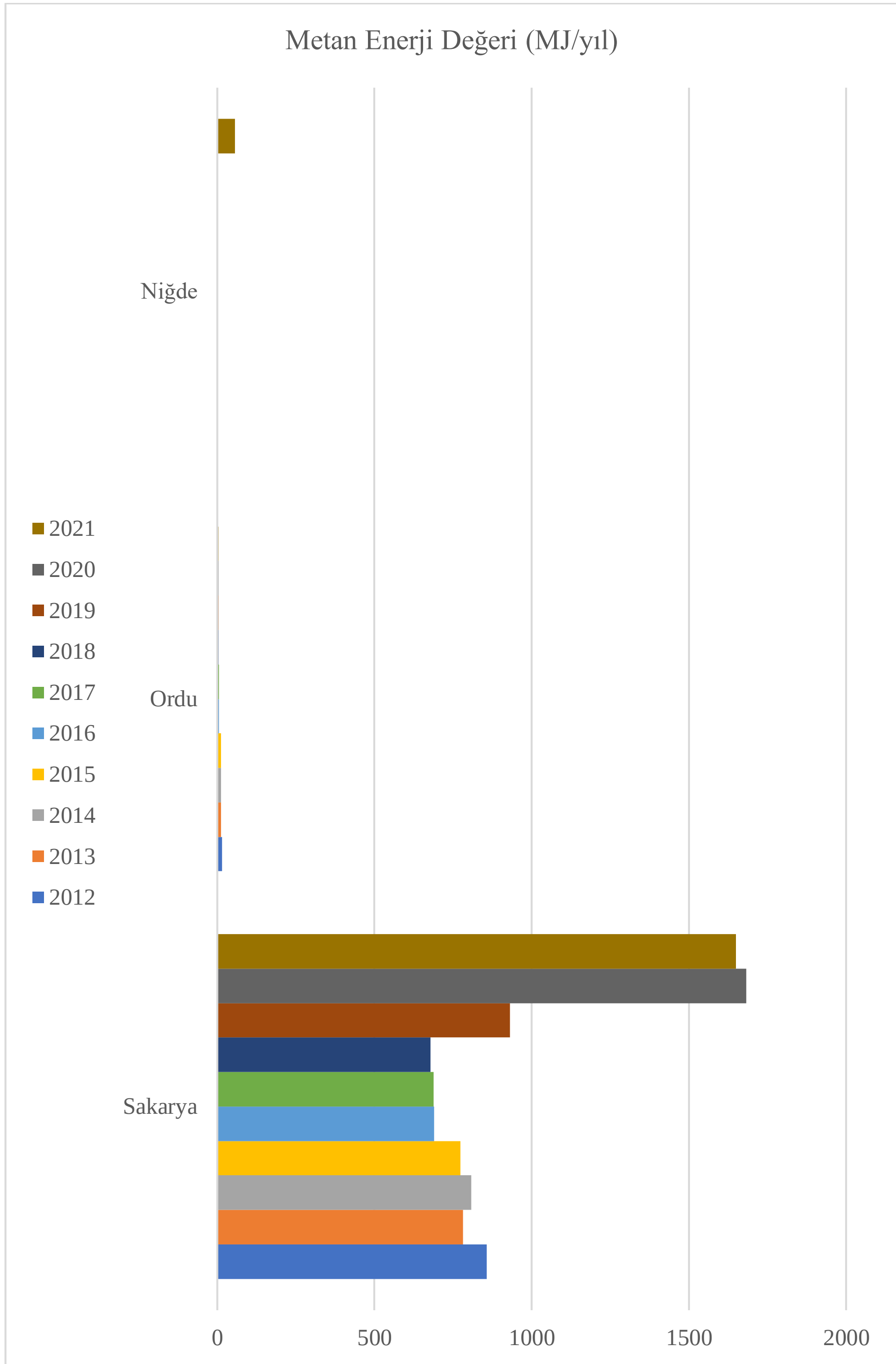
Şekil 14. Manisa, Muğla, Nevşehir yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 29. Niğde, Ordu, Sakarya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Niğde	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00	0.00
	2021	7.20	6.34	6.26
Ordu	2012	1.97	1.73	1.71
	2013	1.56	1.38	1.36
	2014	1.56	1.38	1.36
	2015	1.56	1.38	1.36
	2016	0.60	0.53	0.53
	2017	0.58	0.51	0.50
	2018	0.48	0.42	0.42
	2019	0.46	0.40	0.40
	2020	0.43	0.38	0.38
	2021	0.43	0.38	0.38
Sakarya	2012	109.47	96.33	95.24
	2013	99.74	87.77	86.77
	2014	103.10	90.73	89.70
	2015	98.69	86.85	85.86
	2016	88.14	77.57	76.68
	2017	87.96	77.41	76.53
	2018	86.52	76.14	75.28
	2019	118.92	104.65	103.46
	2020	214.80	189.03	186.88
	2021	210.65	185.37	183.27

Tablo 30. Niğde, Ordu, Sakarya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Niğde	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00
	2021	1.57	56.38
Ordu	2012	0.43	15.41
	2013	0.34	12.25
	2014	0.34	12.25
	2015	0.34	12.25
	2016	0.13	4.74
	2017	0.13	4.51
	2018	0.10	3.76
	2019	0.10	3.57
	2020	0.09	3.38
	2021	0.09	3.38
Sakarya	2012	23.81	857.14
	2013	21.69	780.96
	2014	22.42	807.27
	2015	21.47	772.76
	2016	19.17	690.15
	2017	19.13	688.76
	2018	18.82	677.49
	2019	25.87	931.18
	2020	46.72	1681.92
	2021	45.82	1649.41



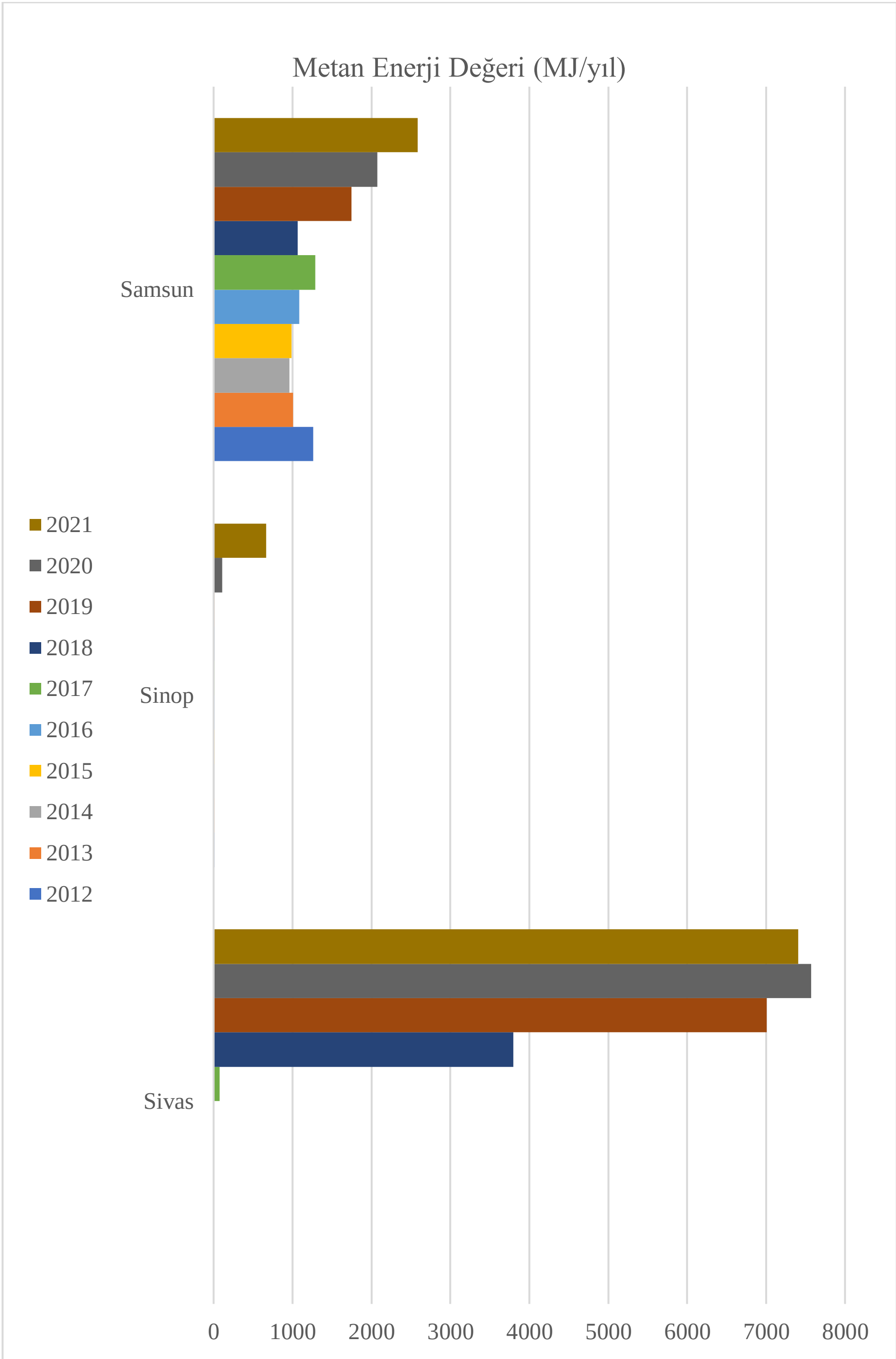
Şekil 15. Niğde, Ordu, Sakarya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 31. Samsun, Sinop, Sivas yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Samsun	**2012**	161.19	141.85	140.24
	2013	128.18	112.80	111.52
	2014	122.93	108.18	106.95
	2015	125.88	110.77	109.52
	2016	138.26	121.67	120.29
	2017	164.45	144.71	143.07
	2018	135.91	119.60	118.24
	2019	222.96	196.20	193.97
	2020	265.15	233.33	230.68
	2021	330.34	290.70	287.39
Sinop	**2012**	1.74	1.53	1.51
	2013	1.44	1.27	1.25
	2014	1.44	1.27	1.25
	2015	1.20	1.06	1.04
	2016	1.10	0.97	0.96
	2017	1.20	1.06	1.04
	2018	1.30	1.14	1.13
	2019	1.44	1.27	1.25
	2020	13.73	12.08	11.95
	2021	84.65	74.49	73.64
Sivas	**2012**	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	9.60	8.45	8.35
	2018	485.39	427.14	422.29
	2019	894.96	787.57	778.62
	2020	966.65	850.65	840.98
	2021	946.13	832.59	823.13

Tablo 32. Samsun, Sinop, Sivas yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Samsun	2012	35.06	1262.15
	2013	27.88	1003.68
	2014	26.74	962.53
	2015	27.38	985.64
	2016	30.07	1082.61
	2017	35.77	1287.63
	2018	29.56	1064.19
	2019	48.49	1745.74
	2020	57.67	2076.14
	2021	71.85	2586.53
Sinop	2012	0.38	13.61
	2013	0.31	11.28
	2014	0.31	11.28
	2015	0.26	9.40
	2016	0.24	8.64
	2017	0.26	9.40
	2018	0.28	10.15
	2019	0.31	11.28
	2020	2.99	107.53
	2021	18.41	662.79
Sivas	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	2.09	75.17
	2018	105.57	3800.57
	2019	194.65	7007.57
	2020	210.25	7568.85
	2021	205.78	7408.18



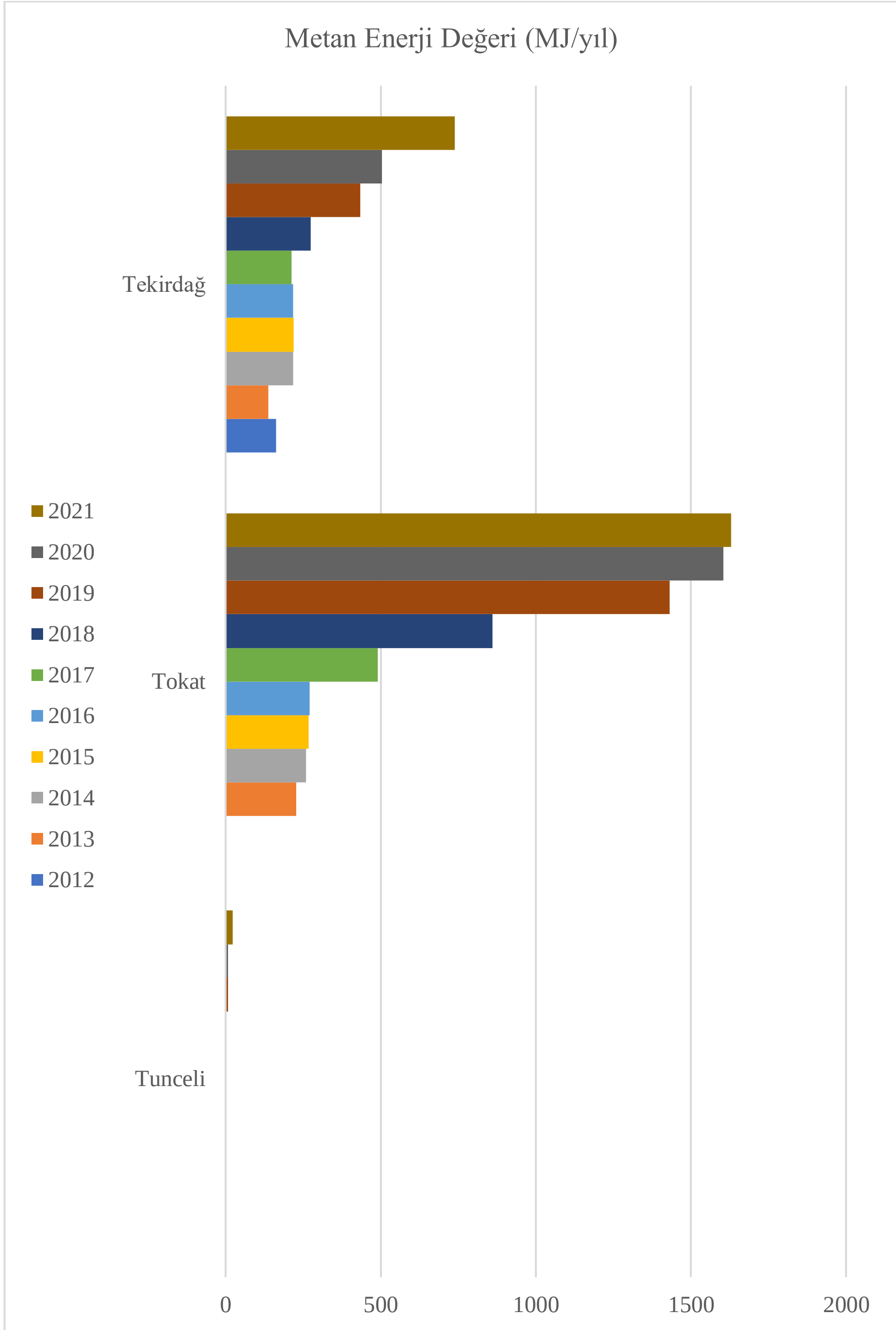
Şekil 16. Samsun, Sinop, Sivas yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 33. Tekirdağ, Tokat, Tunceli yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Tekirdağ	2012	20.86	18.35	18.14
	2013	17.64	15.52	15.35
	2014	27.87	24.52	24.25
	2015	28.08	24.71	24.43
	2016	27.79	24.46	24.18
	2017	27.25	23.98	23.71
	2018	34.96	30.77	30.42
	2019	55.51	48.85	48.29
	2020	64.39	56.66	56.02
	2021	94.32	83.00	82.06
Tokat	2012	0.29	0.25	0.25
	2013	29.09	25.60	25.31
	2014	33.12	29.15	28.81
	2015	34.10	30.01	29.67
	2016	34.54	30.39	30.05
	2017	62.66	55.14	54.52
	2018	109.92	96.73	95.63
	2019	182.88	160.93	159.11
	2020	204.98	180.39	178.34
	2021	208.10	183.13	181.05
Tunceli	2012	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	1.10	0.97	0.96
	2020	1.06	0.93	0.92
	2021	2.88	2.53	2.51

Tablo 34. Tekirdağ, Tokat, Tunceli yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Tekirdağ	2012	4.54	163.30
	2013	3.84	138.12
	2014	6.06	218.21
	2015	6.11	219.87
	2016	6.04	217.61
	2017	5.93	213.36
	2018	7.60	273.76
	2019	12.07	434.62
	2020	14.01	504.19
	2021	20.51	738.53
Tokat	2012	0.06	2.26
	2013	6.33	227.76
	2014	7.20	259.33
	2015	7.42	267.03
	2016	7.51	270.42
	2017	13.63	490.66
	2018	23.91	860.67
	2019	39.78	1431.95
	2020	44.58	1605.02
	2021	45.26	1629.45
Tunceli	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.24	8.64
	2020	0.23	8.27
	2021	0.63	22.55



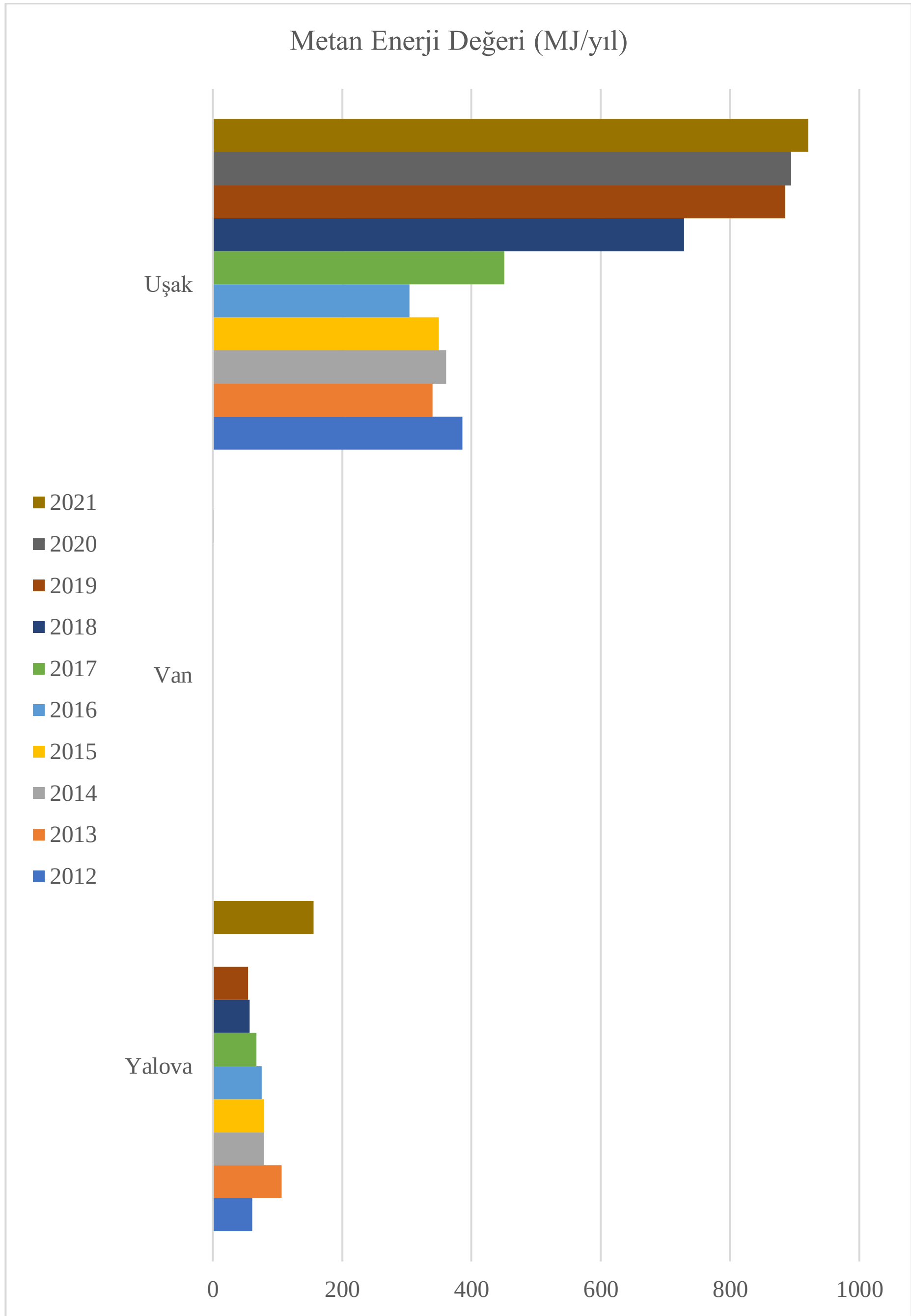
Şekil 17. Tekirdağ, Tokat, Tunceli yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 35. Uşak, Van, Yalova yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Uşak	**2012**	49.25	43.34	42.85
	2013	43.44	38.23	37.79
	2014	46.08	40.55	40.09
	2015	44.64	39.28	38.84
	2016	38.88	34.21	33.83
	2017	57.60	50.69	50.11
	2018	93.12	81.95	81.01
	2019	113.04	99.48	98.34
	2020	114.24	100.53	99.39
	2021	117.60	103.49	102.31
Van	**2012**	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00	0.00
	2021	0.23	0.20	0.20
Yalova	**2012**	7.82	6.88	6.80
	2013	13.56	11.93	11.80
	2014	10.08	8.87	8.77
	2015	10.08	8.87	8.77
	2016	9.60	8.45	8.35
	2017	8.64	7.60	7.52
	2018	7.24	6.37	6.30
	2019	7.00	6.16	6.09
	2020	0.00	0.00	0.00
	2021	19.92	17.53	17.33

Tablo 36. Uşak, Van, Yalova yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli **değerleri**

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Uşak	2012	10.71	385.61
	2013	9.45	340.14
	2014	10.02	360.81
	2015	9.71	349.53
	2016	8.46	304.43
	2017	12.53	451.01
	2018	20.25	729.13
	2019	24.59	885.10
	2020	24.85	894.50
	2021	25.58	920.81
Van	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00
	2021	0.05	1.80
Yalova	2012	1.70	61.22
	2013	2.95	106.17
	2014	2.19	78.93
	2015	2.19	78.93
	2016	2.09	75.17
	2017	1.88	67.65
	2018	1.57	56.68
	2019	1.52	54.84
	2020	0.00	0.00
	2021	4.33	155.97



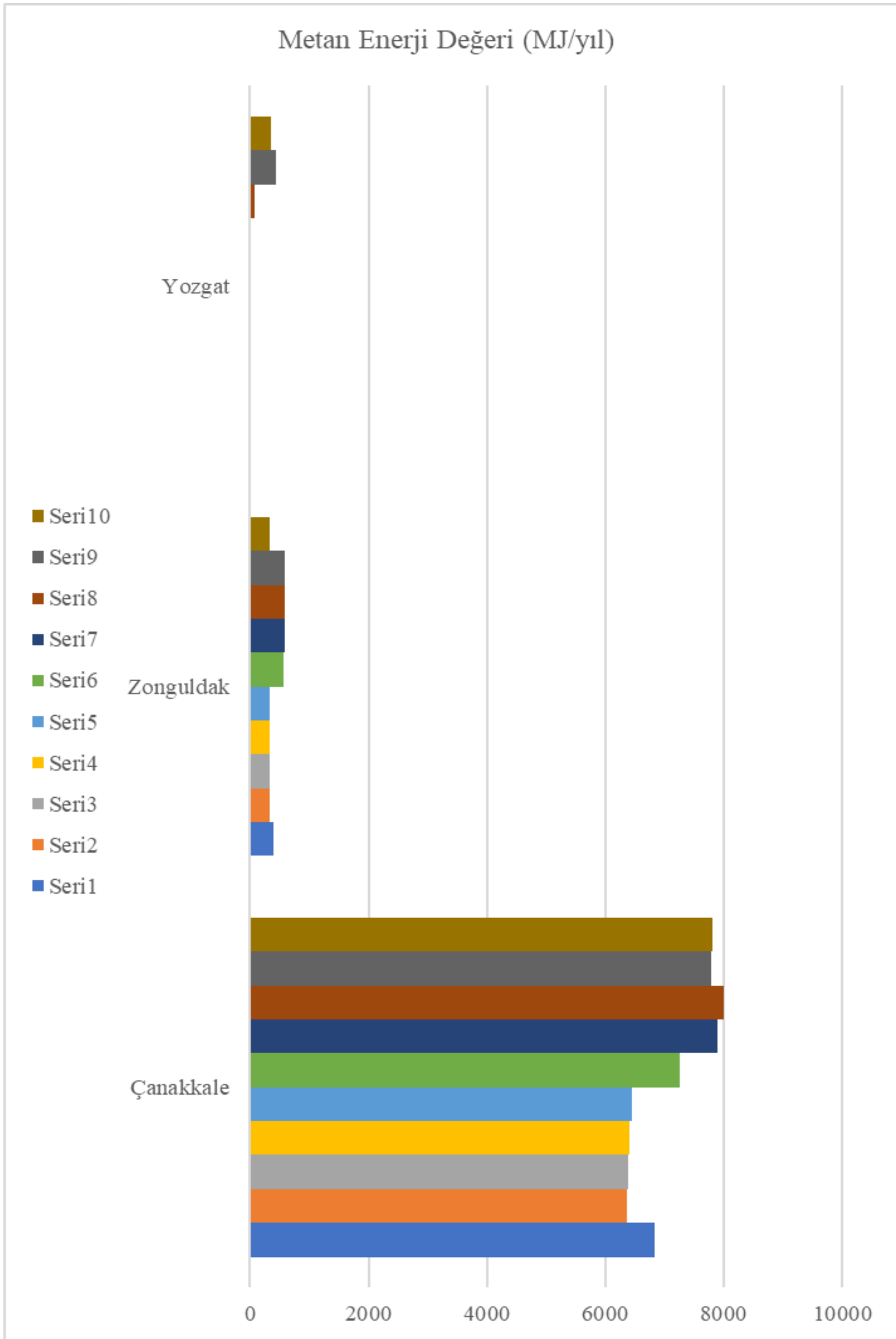
Şekil 18. Uşak, Van, Yalova yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 37. Yozgat, Zonguldak, Çanakkale yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Yozgat	**2012**	0.00	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	9.07	7.98	7.89
	2020	54.84	48.26	47.71
	2021	45.36	39.92	39.46
Zonguldak	**2012**	49.24	43.33	42.84
	2013	42.96	37.80	37.38
	2014	42.22	37.15	36.73
	2015	41.48	36.50	36.08
	2016	42.38	37.30	36.87
	2017	72.62	63.91	63.18
	2018	75.02	66.02	65.27
	2019	74.30	65.39	64.64
	2020	75.07	66.06	65.31
	2021	42.10	37.04	36.62
Çanakkale	**2012**	872.97	768.21	759.48
	2013	811.77	714.35	706.24
	2014	815.35	717.51	709.36
	2015	819.59	721.24	713.04
	2016	824.45	725.51	717.27
	2017	925.59	814.52	805.27
	2018	1006.91	886.08	876.01
	2019	1021.47	898.90	888.68
	2020	994.21	874.90	864.96
	2021	996.57	876.98	867.02

Tablo 38. Yozgat, Zonguldak, Çanakkale yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Yozgat	2012	0.00	0.00
	2013	0.00	0.00
	2014	0.00	0.00
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	1.97	71.03
	2020	11.93	429.40
	2021	9.87	355.17
Zonguldak	2012	10.71	385.57
	2013	9.34	336.38
	2014	9.18	330.55
	2015	9.02	324.76
	2016	9.22	331.87
	2017	15.80	568.65
	2018	16.32	587.44
	2019	16.16	581.80
	2020	16.33	587.81
	2021	9.16	329.61
Çanakkale	2012	189.87	6835.33
	2013	176.56	6356.13
	2014	177.34	6384.21
	2015	178.26	6417.36
	2016	179.32	6455.43
	2017	201.32	7247.40
	2018	219.00	7884.11
	2019	222.17	7998.14
	2020	216.24	7784.66
	2021	216.75	7803.15



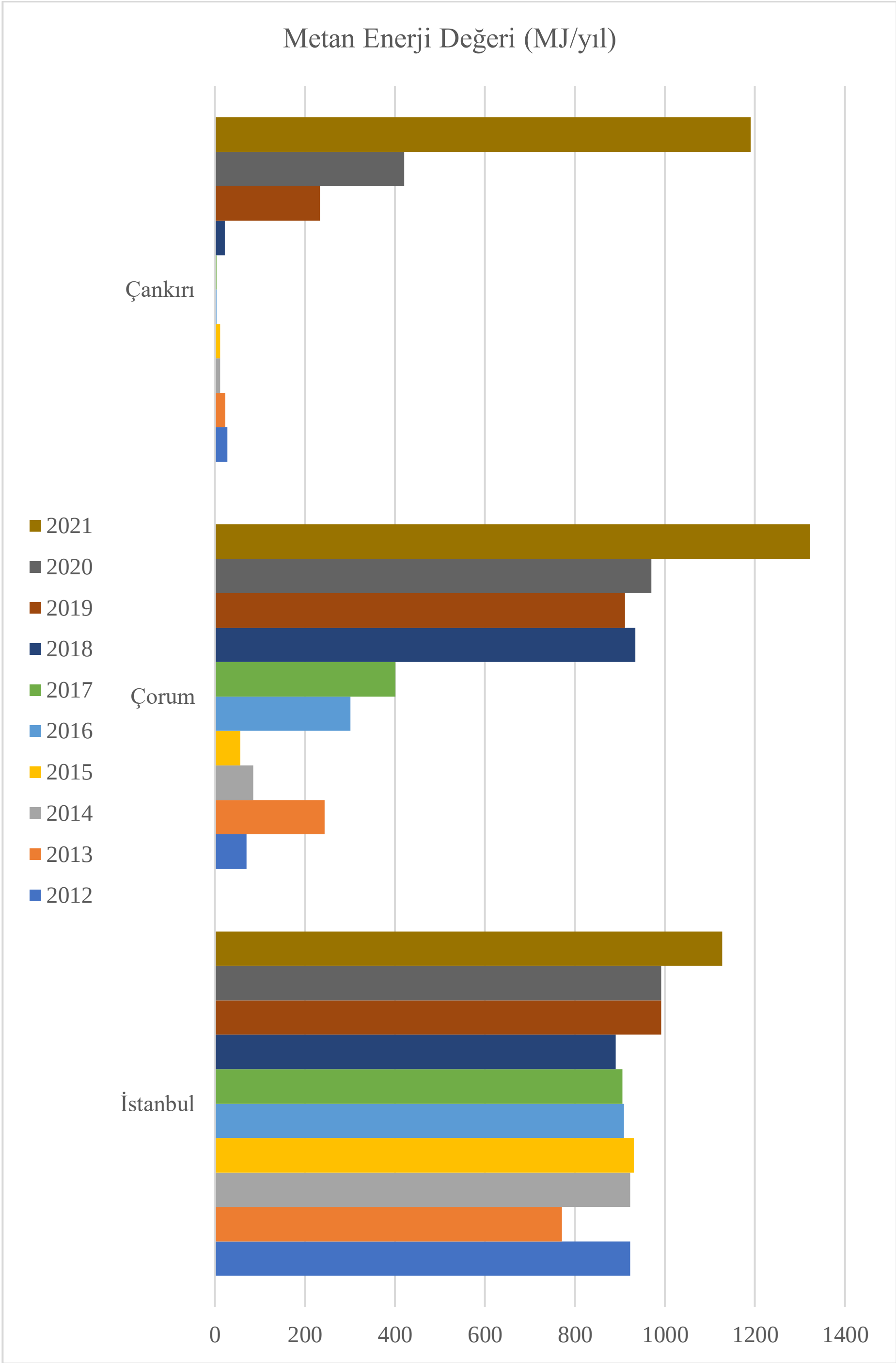
Şekil 19. Yozgat, Zonguldak, Çanakkale yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 39. Çankırı, Çorum, İstanbul yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Çankırı	2012	3.48	3.06	3.02
	2013	2.90	2.56	2.53
	2014	1.54	1.35	1.34
	2015	1.49	1.31	1.29
	2016	0.47	0.41	0.41
	2017	0.43	0.38	0.38
	2018	2.79	2.45	2.43
	2019	29.78	26.21	25.91
	2020	53.79	47.34	46.80
	2021	151.96	133.73	132.21
Çorum	2012	8.98	7.90	7.81
	2013	31.20	27.46	27.14
	2014	10.87	9.57	9.46
	2015	7.27	6.40	6.33
	2016	38.47	33.85	33.47
	2017	51.19	45.04	44.53
	2018	119.33	105.01	103.82
	2019	116.40	102.43	101.27
	2020	123.84	108.98	107.74
	2021	168.87	148.61	146.92
İstanbul	2012	117.79	103.65	102.47
	2013	98.40	86.59	85.61
	2014	117.80	103.66	102.48
	2015	118.88	104.61	103.42
	2016	116.15	102.21	101.05
	2017	115.64	101.76	100.60
	2018	113.66	100.02	98.88
	2019	126.64	111.45	110.18
	2020	126.70	111.50	110.23
	2021	143.95	126.68	125.24

Tablo 40. Çankırı, Çorum, İstanbul yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Çankırı	**2012**	0.76	27.21
	2013	0.63	22.74
	2014	0.33	12.03
	2015	0.32	11.65
	2016	0.10	3.68
	2017	0.09	3.38
	2018	0.61	21.84
	2019	6.48	233.21
	2020	11.70	421.20
	2021	33.05	1189.87
Çorum	**2012**	1.95	70.32
	2013	6.79	244.30
	2014	2.36	85.13
	2015	1.58	56.94
	2016	8.37	301.20
	2017	11.13	400.80
	2018	25.95	934.34
	2019	25.32	911.41
	2020	26.94	969.67
	2021	36.73	1322.28
İstanbul	**2012**	25.62	922.27
	2013	21.40	770.47
	2014	25.62	922.35
	2015	25.86	930.81
	2016	25.26	909.46
	2017	25.15	905.44
	2018	24.72	889.95
	2019	27.54	991.62
	2020	27.56	992.07
	2021	31.31	1127.14



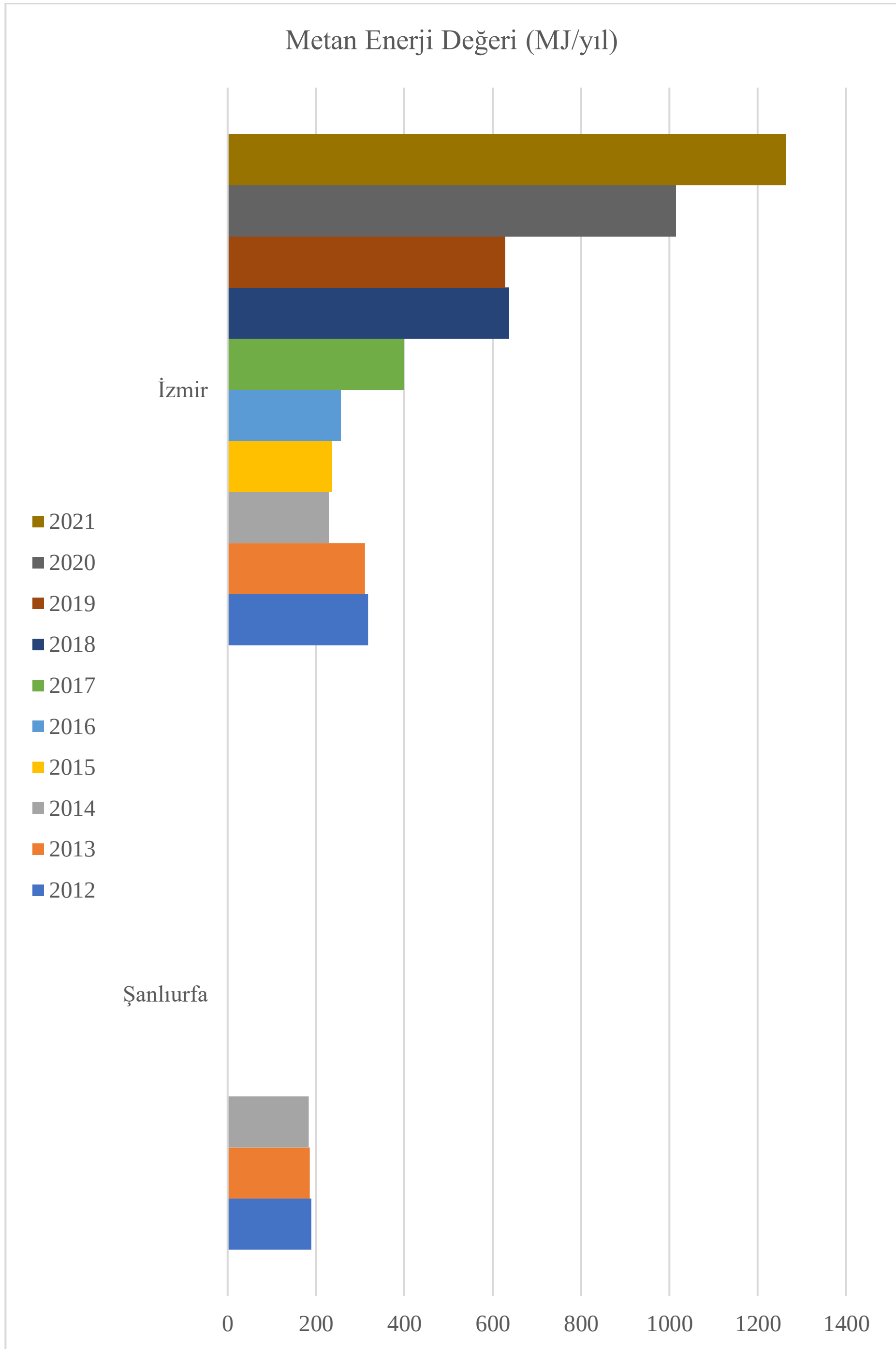
Şekil 20. Çankırı, Çorum, İstanbul yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 41. İzmir, Şanlıurfa yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

İller	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
İzmir	2012	40.55	35.68	35.28
	2013	39.76	34.99	34.59
	2014	29.20	25.70	25.41
	2015	30.11	26.49	26.19
	2016	32.66	28.74	28.41
	2017	51.08	44.95	44.44
	2018	81.28	71.53	70.72
	2019	80.25	70.62	69.82
	2020	129.62	114.06	112.77
	2021	161.28	141.92	140.31
Şanlıurfa	2012	24.26	21.35	21.11
	2013	23.69	20.85	20.61
	2014	23.38	20.57	20.34
	2015	0.00	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00	0.00
	2021	0.00	0.00	0.00

Tablo 42. İzmir, Şanlıurfa yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

İller	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
İzmir	**2012**	8.82	317.51
	2013	8.65	311.35
	2014	6.35	228.66
	2015	6.55	235.73
	2016	7.10	255.72
	2017	11.11	399.97
	2018	17.68	636.45
	2019	17.45	628.37
	2020	28.19	1014.92
	2021	35.08	1262.78
Şanlıurfa	**2012**	5.28	189.99
	2013	5.15	185.51
	2014	5.08	183.03
	2015	0.00	0.00
	2016	0.00	0.00
	2017	0.00	0.00
	2018	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00
	2020	0.00	0.00
	2021	0.00	0.00



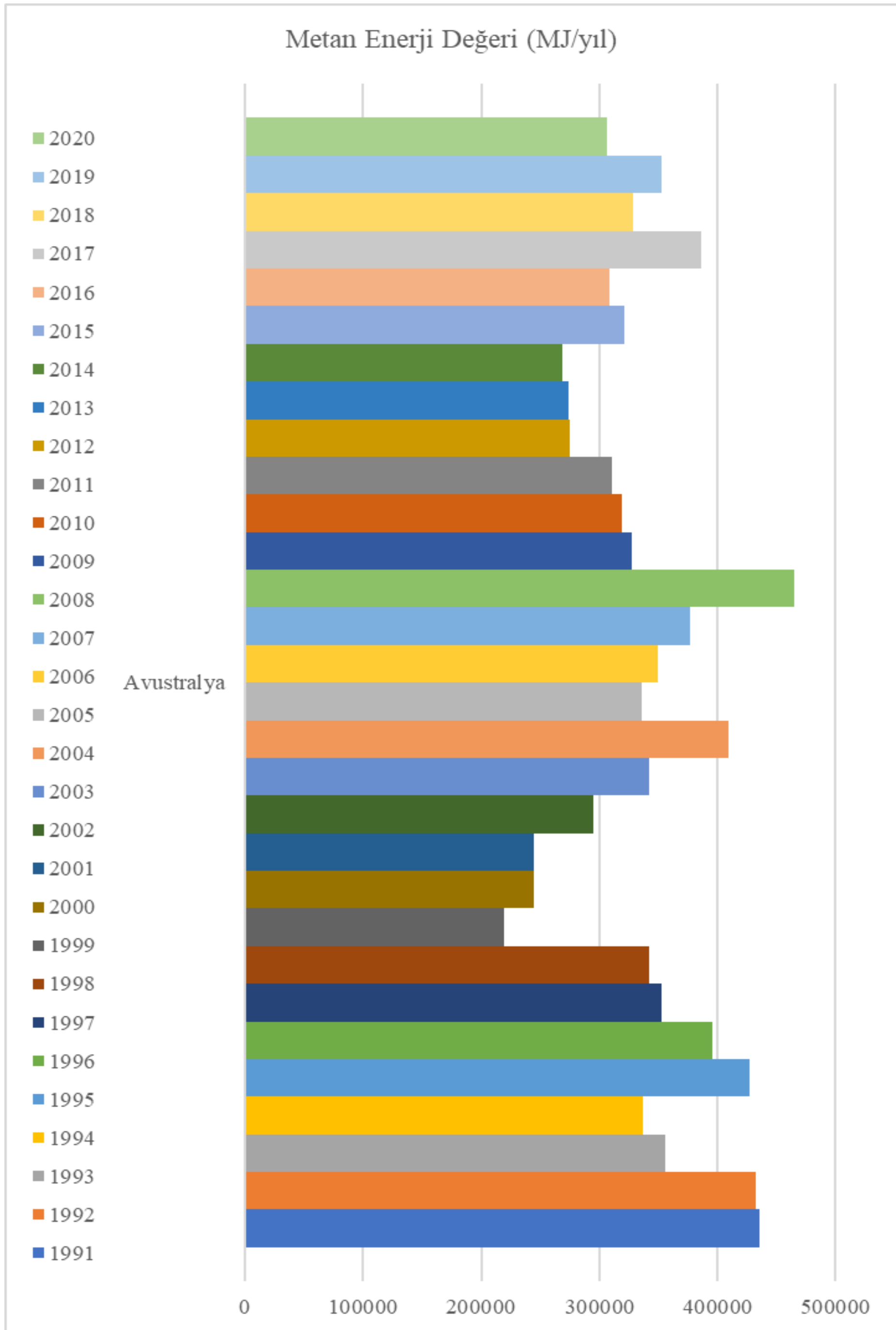
Şekil 21. İzmir, Şanlıurfa yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 43. Avustralya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Avustralya	**1991**	55680.00	48998.40	48441.60
	1992	55158.72	48539.67	47988.09
	1993	45456.00	40001.28	39546.72
	1994	43056.00	37889.28	37458.72
	1995	54528.00	47984.64	47439.36
	1996	50496.00	44436.48	43931.52
	1997	44976.00	39578.88	39129.12
	1998	43632.00	38396.16	37959.84
	1999	28032.00	24668.16	24387.84
	2000	31200.00	27456.00	27144.00
	2001	31223.42	27476.61	27164.38
	2002	37635.89	33119.58	32743.22
	2003	43750.27	38500.24	38062.74
	2004	52286.54	46012.16	45489.29
	2005	42894.91	37747.52	37318.57
	2006	44655.89	39297.18	38850.62
	2007	48128.88	42353.41	41872.13
	2008	59415.55	52285.69	51691.53
	2009	41775.74	36762.65	36344.90
	2010	40803.70	35907.25	35499.22
	2011	39649.49	34891.55	34495.05
	2012	35094.91	30883.52	30532.57
	2013	34971.60	30775.01	30425.29
	2014	34305.55	30188.89	29845.83
	2015	41012.02	36090.57	35680.45
	2016	39431.90	34700.08	34305.76
	2017	49337.86	43417.31	42923.93
	2018	41958.53	36923.50	36503.92
	2019	45030.19	39626.57	39176.27

Tablo 44. Avustralya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Avustralya	**1991**	12110.40	435974.40
	1992	11997.02	431892.78
	1993	9886.68	355920.48
	1994	9364.68	337128.48
	1995	11859.84	426954.24
	1996	10982.88	395383.68
	1997	9782.28	352162.08
	1998	9489.96	341638.56
	1999	6096.96	219490.56
	2000	6786.00	244296.00
	2001	6791.09	244479.41
	2002	8185.81	294689.00
	2003	9515.68	342564.63
	2004	11372.32	409403.64
	2005	9329.64	335867.16
	2006	9712.66	349655.60
	2007	10468.03	376849.13
	2008	12922.88	465223.77
	2009	9086.22	327104.08
	2010	8874.80	319492.94
	2011	8623.76	310455.49
	2012	7633.14	274793.16
	2013	7606.32	273827.63
	2014	7461.46	268612.47
	2015	8920.11	321124.09
	2016	8576.44	308751.81
	2017	10730.98	386315.41
	2018	9125.98	328535.27
	2019	9794.07	352586.40
	2020	8518.56	306668.15



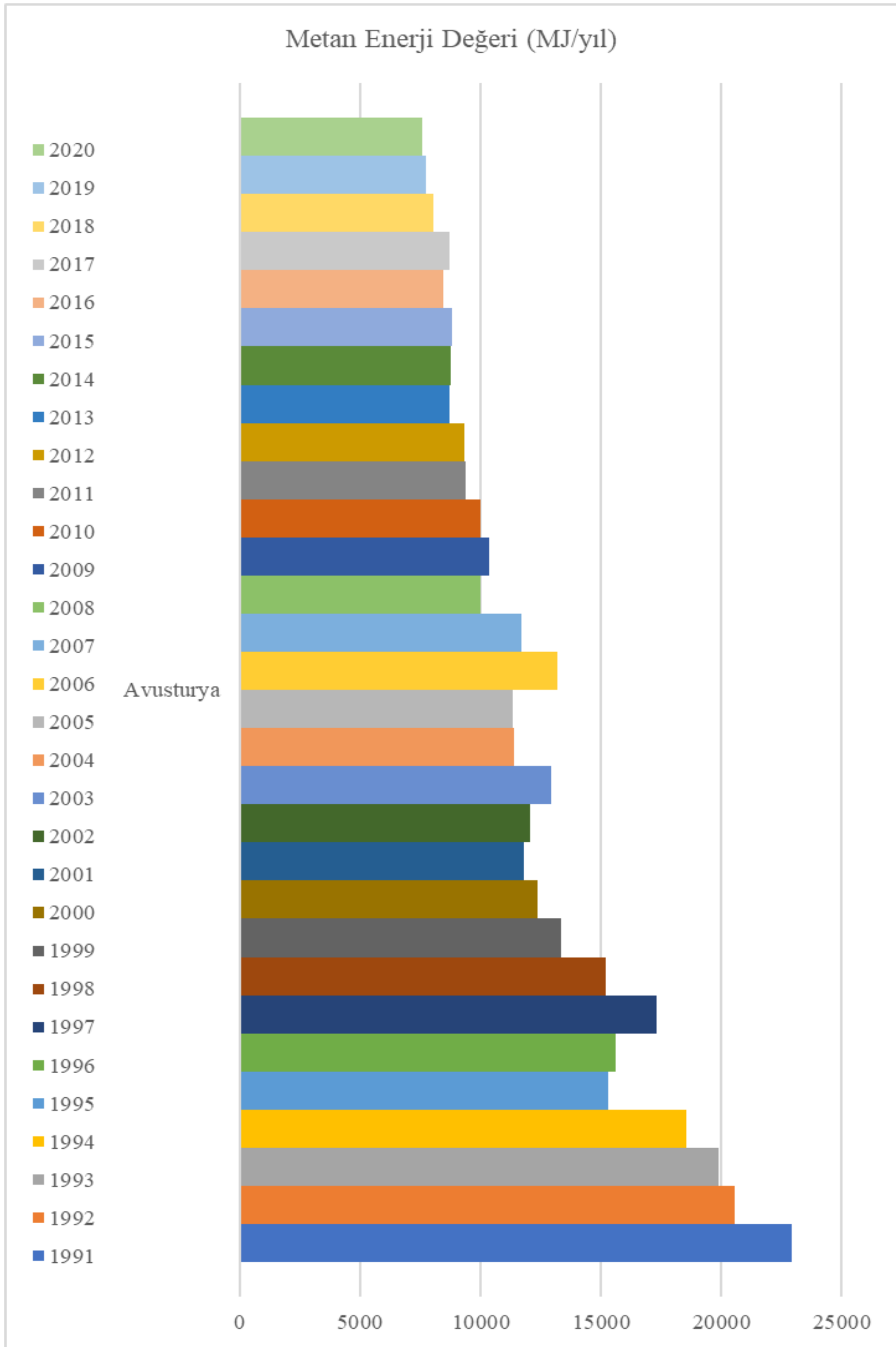
Şekil 22. Avustralya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 45. Avusturya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Avusturya	**1991**	2930.54	2578.88	2549.57
	1992	2625.36	2310.32	2284.06
	1993	2537.71	2233.19	2207.81
	1994	2369.14	2084.84	2061.15
	1995	1957.34	1722.46	1702.89
	1996	1997.23	1757.56	1737.59
	1997	2211.98	1946.55	1924.43
	1998	1944.67	1711.31	1691.86
	1999	1704.14	1499.65	1482.61
	2000	1583.09	1393.12	1377.29
	2001	1509.55	1328.41	1313.31
	2002	1540.94	1356.03	1340.62
	2003	1650.58	1452.51	1436.00
	2004	1453.63	1279.20	1264.66
	2005	1450.46	1276.41	1261.90
	2006	1687.25	1484.78	1467.91
	2007	1494.00	1314.72	1299.78
	2008	1275.41	1122.36	1109.60
	2009	1324.80	1165.82	1152.58
	2010	1275.65	1122.57	1109.81
	2011	1201.39	1057.22	1045.21
	2012	1191.12	1048.19	1036.27
	2013	1111.92	978.49	967.37
	2014	1118.26	984.07	972.88
	2015	1128.05	992.68	981.40
	2016	1080.58	950.91	940.10
	2017	1115.76	981.87	970.71
	2018	1029.60	906.05	895.75
	2019	988.80	870.14	860.26
	2020	966.72	850.71	841.05

Tablo 46. Avusturya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Avusturya	1991	637.39	22946.16
	1992	571.02	20556.57
	1993	551.95	19870.28
	1994	515.29	18550.33
	1995	425.72	15326.00
	1996	434.40	15638.33
	1997	481.11	17319.83
	1998	422.97	15226.78
	1999	370.65	13343.45
	2000	344.32	12395.58
	2001	328.33	11819.79
	2002	335.16	12065.59
	2003	359.00	12924.01
	2004	316.16	11381.94
	2005	315.48	11357.13
	2006	366.98	13211.15
	2007	324.95	11698.02
	2008	277.40	9986.44
	2009	288.14	10373.18
	2010	277.45	9988.32
	2011	261.30	9406.90
	2012	259.07	9326.47
	2013	241.84	8706.33
	2014	243.22	8755.94
	2015	245.35	8832.62
	2016	235.03	8460.91
	2017	242.68	8736.40
	2018	223.94	8061.77
	2019	215.06	7742.30
	2020	210.26	7569.42



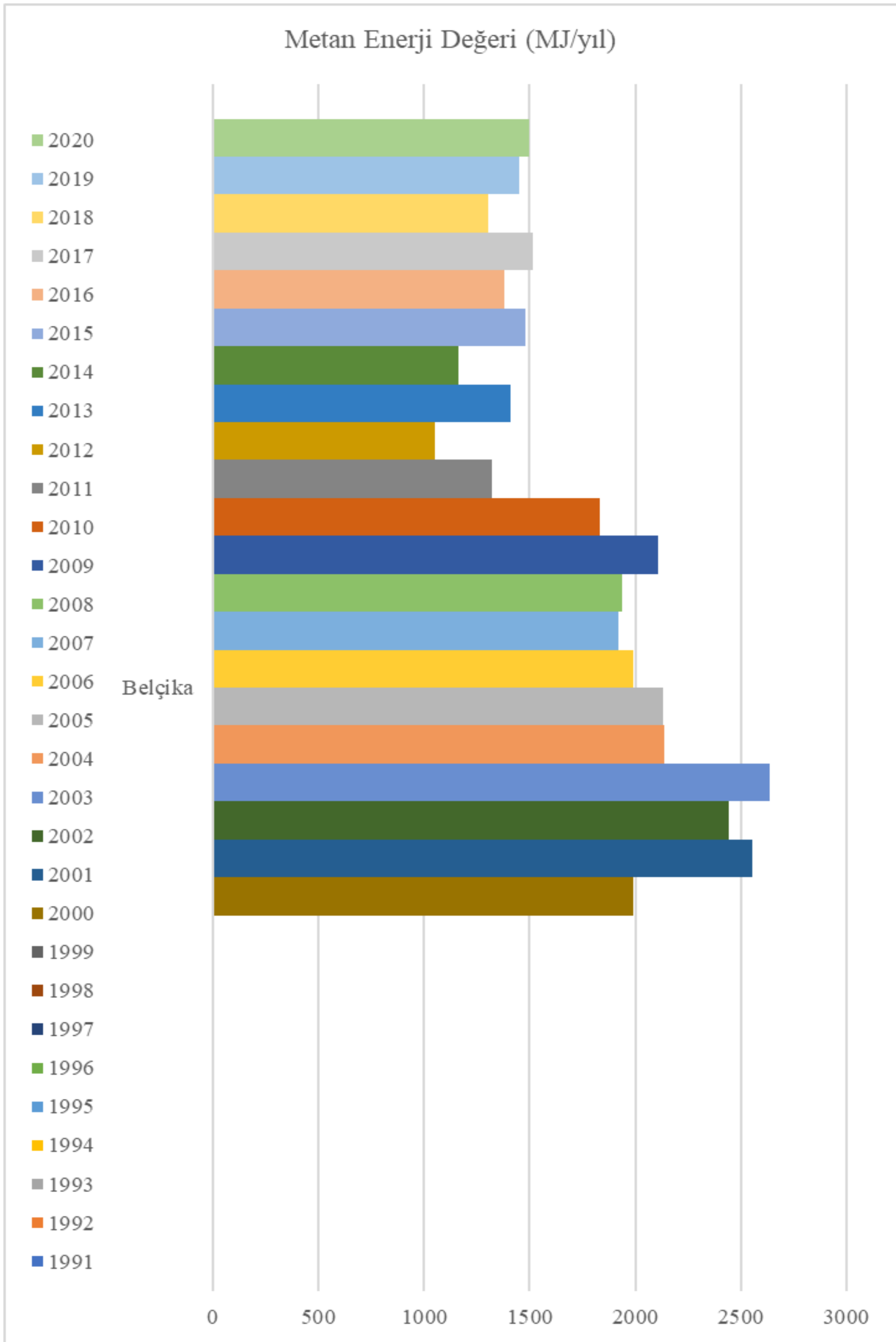
Şekil 23. Avusturya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 47. Belçika yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Belçika	**1991**	0.00	0.00	0.00
	1992	0.00	0.00	0.00
	1993	0.00	0.00	0.00
	1994	0.00	0.00	0.00
	1995	0.00	0.00	0.00
	1996	0.00	0.00	0.00
	1997	0.00	0.00	0.00
	1998	0.00	0.00	0.00
	1999	0.00	0.00	0.00
	2000	254.40	223.87	221.33
	2001	326.40	287.23	283.97
	2002	312.00	274.56	271.44
	2003	337.10	296.65	293.28
	2004	273.02	240.26	237.53
	2005	272.40	239.71	236.99
	2006	254.54	224.00	221.45
	2007	245.42	215.97	213.52
	2008	247.20	217.54	215.06
	2009	269.38	237.05	234.36
	2010	234.05	205.96	203.62
	2011	168.77	148.52	146.83
	2012	134.40	118.27	116.93
	2013	180.29	158.65	156.85
	2014	148.80	130.94	129.46
	2015	188.98	166.30	164.41
	2016	176.11	154.98	153.22
	2017	193.87	170.61	168.67
	2018	166.56	146.57	144.91
	2019	185.28	163.05	161.19
	2020	191.04	168.12	166.20

Tablo 48. Belçika yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Belçika	1991	0.00	0.00
	1992	0.00	0.00
	1993	0.00	0.00
	1994	0.00	0.00
	1995	0.00	0.00
	1996	0.00	0.00
	1997	0.00	0.00
	1998	0.00	0.00
	1999	0.00	0.00
	2000	55.33	1991.95
	2001	70.99	2555.71
	2002	67.86	2442.96
	2003	73.32	2639.52
	2004	59.38	2137.78
	2005	59.25	2132.89
	2006	55.36	1993.08
	2007	53.38	1921.67
	2008	53.77	1935.58
	2009	58.59	2109.21
	2010	50.91	1832.60
	2011	36.71	1321.45
	2012	29.23	1052.35
	2013	39.21	1411.66
	2014	32.36	1165.10
	2015	41.10	1479.68
	2016	38.30	1378.96
	2017	42.17	1518.02
	2018	36.23	1304.16
	2019	40.30	1450.74
	2020	41.55	1495.84



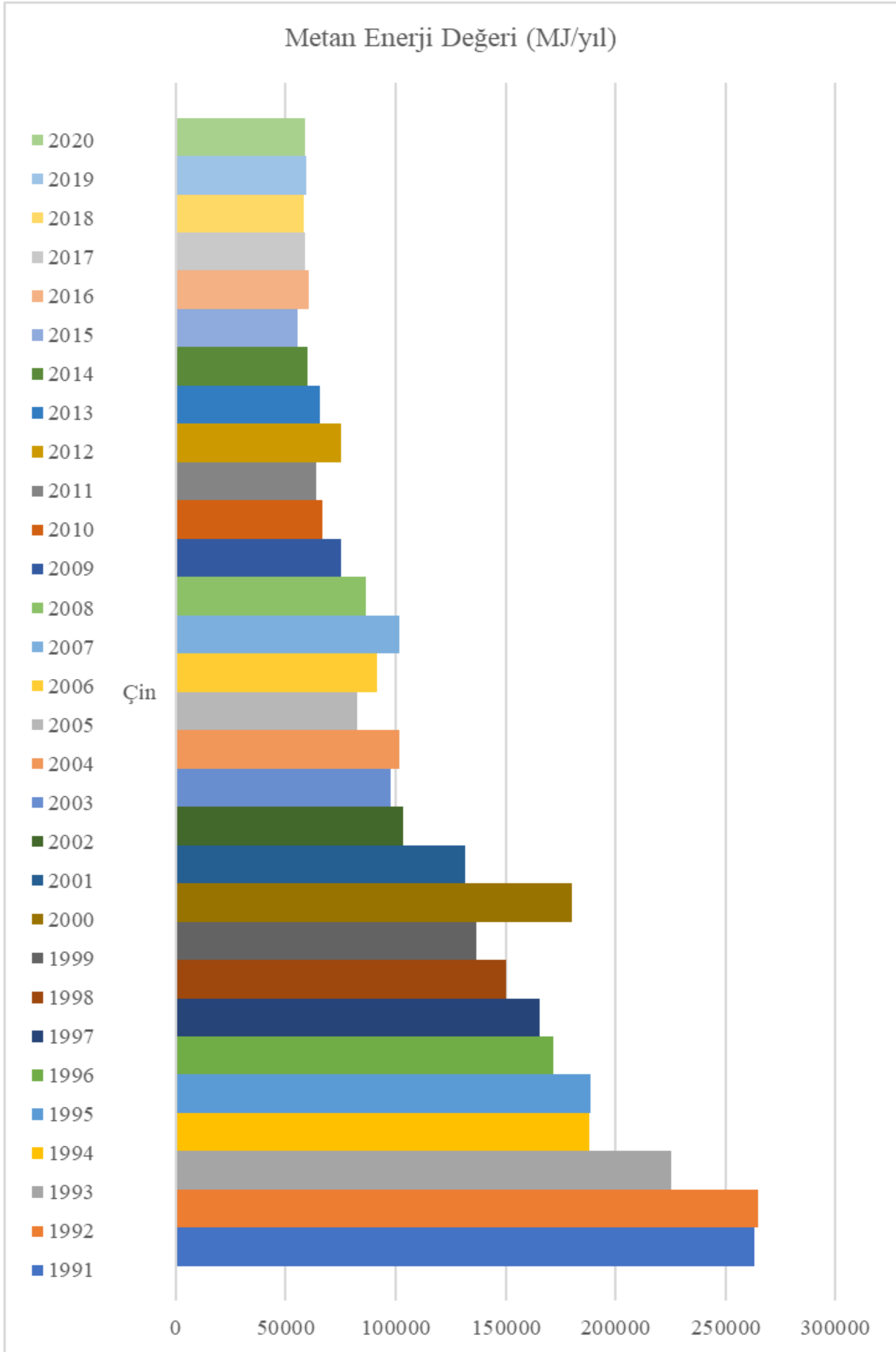
Şekil 24. Belçika yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 49. Çin yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Çin	**1991**	33600.00	29568.00	29232.00
	1992	33801.79	29745.58	29407.56
	1993	28800.00	25344.00	25056.00
	1994	24000.00	21120.00	20880.00
	1995	24096.00	21204.48	20963.52
	1996	21888.00	19261.44	19042.56
	1997	21120.00	18585.60	18374.40
	1998	19200.00	16896.00	16704.00
	1999	17424.00	15333.12	15158.88
	2000	22992.00	20232.96	20003.04
	2001	16800.00	14784.00	14616.00
	2002	13200.00	11616.00	11484.00
	2003	12480.00	10982.40	10857.60
	2004	12960.00	11404.80	11275.20
	2005	10560.00	9292.80	9187.20
	2006	11664.00	10264.32	10147.68
	2007	12960.00	11404.80	11275.20
	2008	11040.00	9715.20	9604.80
	2009	9600.00	8448.00	8352.00
	2010	8544.00	7518.72	7433.28
	2011	8160.00	7180.80	7099.20
	2012	9600.00	8448.00	8352.00
	2013	8400.00	7392.00	7308.00
	2014	7680.00	6758.40	6681.60
	2015	7092.10	6241.04	6170.12
	2016	7724.02	6797.13	6719.89
	2017	7498.70	6598.86	6523.87
	2018	7438.27	6545.68	6471.30
	2019	7553.66	6647.22	6571.69
	2020	7496.88	6597.25	6522.29

Tablo 50. Çin yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Çin	**1991**	7308.00	263088.00
	1992	7351.89	264668.03
	1993	6264.00	225504.00
	1994	5220.00	187920.00
	1995	5240.88	188671.68
	1996	4760.64	171383.04
	1997	4593.60	165369.60
	1998	4176.00	150336.00
	1999	3789.72	136429.92
	2000	5000.76	180027.36
	2001	3654.00	131544.00
	2002	2871.00	103356.00
	2003	2714.40	97718.40
	2004	2818.80	101476.80
	2005	2296.80	82684.80
	2006	2536.92	91329.12
	2007	2818.80	101476.80
	2008	2401.20	86443.20
	2009	2088.00	75168.00
	2010	1858.32	66899.52
	2011	1774.80	63892.80
	2012	2088.00	75168.00
	2013	1827.00	65772.00
	2014	1670.40	60134.40
	2015	1542.53	55531.11
	2016	1679.97	60479.05
	2017	1630.97	58714.85
	2018	1617.82	58241.67
	2019	1642.92	59145.19
	2020	1630.57	58700.57



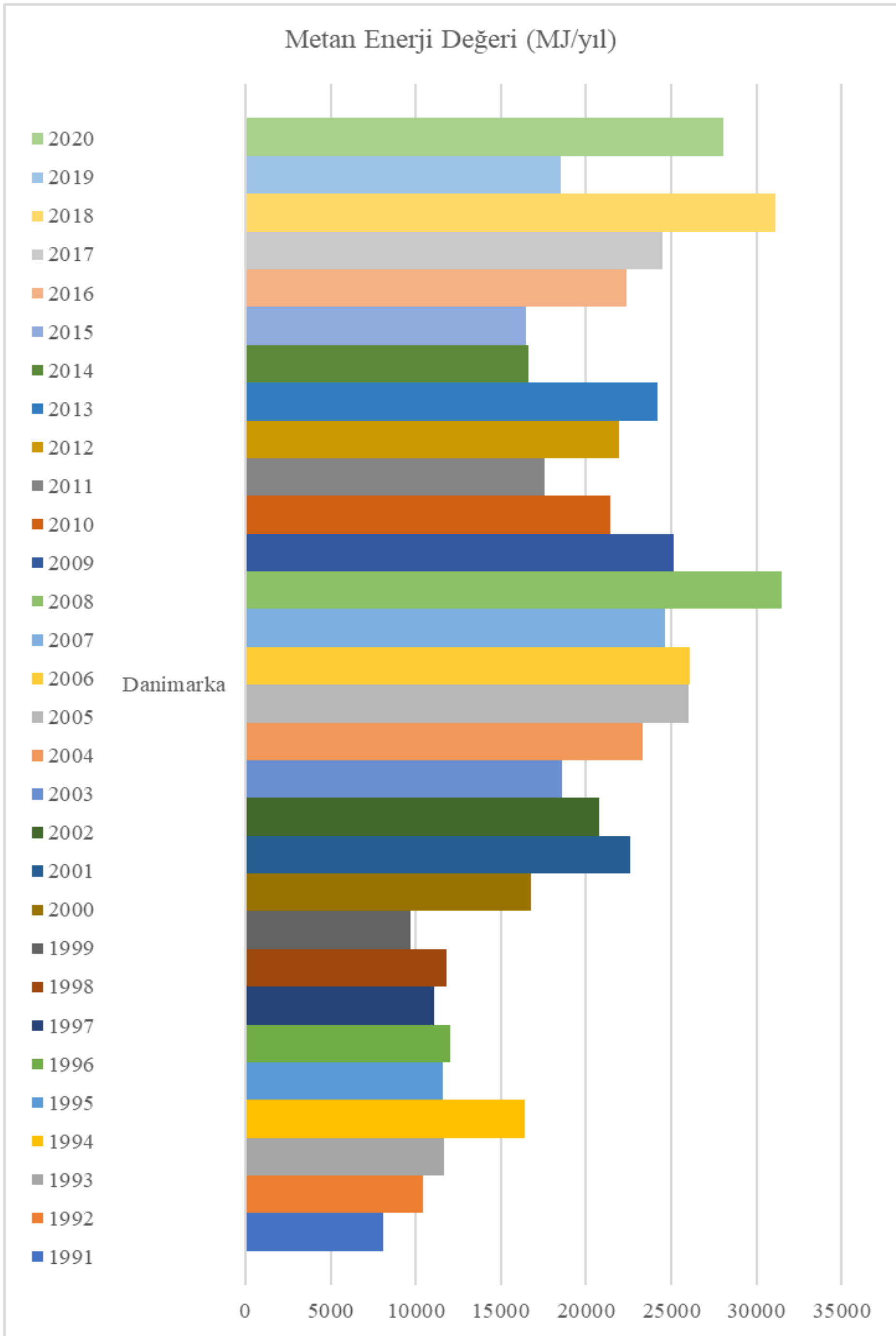
Şekil 25. Çin yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 51. Danimarka yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Danimarka	1991	1030.18	906.55	896.25
	1992	1327.01	1167.77	1154.50
	1993	1488.00	1309.44	1294.56
	1994	2097.60	1845.89	1824.91
	1995	1483.20	1305.22	1290.38
	1996	1536.00	1351.68	1336.32
	1997	1416.00	1246.08	1231.92
	1998	1510.37	1329.12	1314.02
	1999	1237.63	1089.12	1076.74
	2000	2137.49	1880.99	1859.61
	2001	2886.53	2540.14	2511.28
	2002	2651.04	2332.92	2306.40
	2003	2375.95	2090.84	2067.08
	2004	2976.00	2618.88	2589.12
	2005	3321.60	2923.01	2889.79
	2006	3331.20	2931.46	2898.14
	2007	3144.00	2766.72	2735.28
	2008	4017.60	3535.49	3495.31
	2009	3211.20	2825.86	2793.74
	2010	2736.00	2407.68	2380.32
	2011	2246.40	1976.83	1954.37
	2012	2803.20	2466.82	2438.78
	2013	3091.20	2720.26	2689.34
	2014	2121.60	1867.01	1845.79
	2015	2107.20	1854.34	1833.26
	2016	2856.00	2513.28	2484.72
	2017	3124.80	2749.82	2718.58
	2018	3978.72	3501.27	3461.49
	2019	2365.92	2082.01	2058.35
	2020	3588.00	3157.44	3121.56

Tablo 52. Danimarka yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Danimarka	**1991**	224.06	8066.28
	1992	288.62	10390.47
	1993	323.64	11651.04
	1994	456.23	16424.21
	1995	322.60	11613.46
	1996	334.08	12026.88
	1997	307.98	11087.28
	1998	328.51	11826.18
	1999	269.18	9690.66
	2000	464.90	16736.53
	2001	627.82	22601.51
	2002	576.60	20757.64
	2003	516.77	18603.70
	2004	647.28	23302.08
	2005	722.45	26008.13
	2006	724.54	26083.30
	2007	683.82	24617.52
	2008	873.83	31457.81
	2009	698.44	25143.70
	2010	595.08	21422.88
	2011	488.59	17589.31
	2012	609.70	21949.06
	2013	672.34	24204.10
	2014	461.45	16612.13
	2015	458.32	16499.38
	2016	621.18	22362.48
	2017	679.64	24467.18
	2018	865.37	31153.38
	2019	514.59	18525.15
	2020	780.39	28094.04



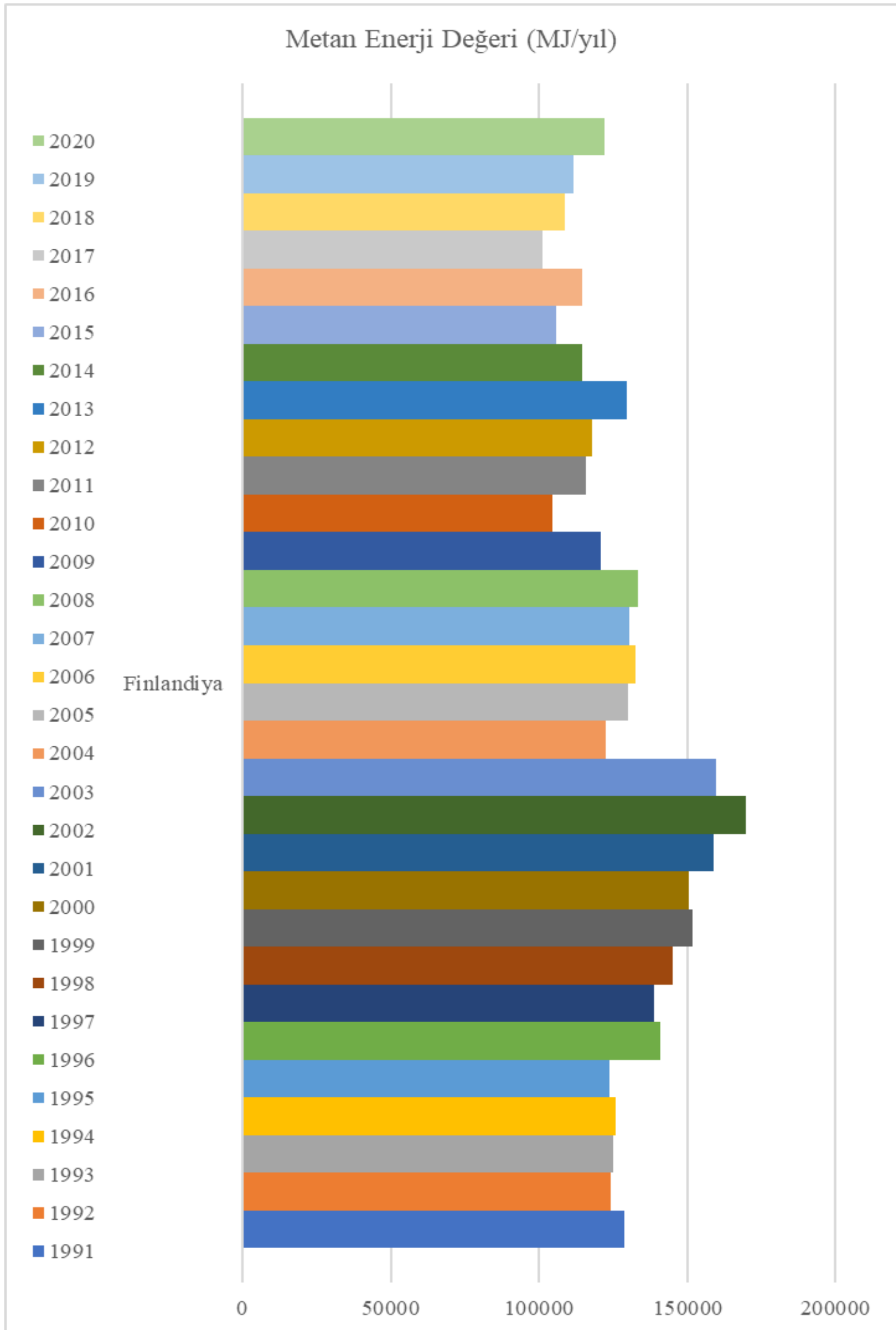
Şekil 26. Danimarka yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 53. Finlandiya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Finlandiya	**1991**	16464.00	14488.32	14323.68
	1992	15873.60	13968.77	13810.03
	1993	15950.40	14036.35	13876.85
	1994	16046.40	14120.83	13960.37
	1995	15806.40	13909.63	13751.57
	1996	17971.20	15814.66	15634.94
	1997	17721.60	15595.01	15417.79
	1998	18552.00	16325.76	16140.24
	1999	19387.20	17060.74	16866.86
	2000	19195.20	16891.78	16699.82
	2001	20289.60	17854.85	17651.95
	2002	21652.80	19054.46	18837.94
	2003	20376.00	17930.88	17727.12
	2004	15638.40	13761.79	13605.41
	2005	16579.20	14589.70	14423.90
	2006	16929.60	14898.05	14728.75
	2007	16675.20	14674.18	14507.42
	2008	17016.00	14974.08	14803.92
	2009	15456.00	13601.28	13446.72
	2010	13358.40	11755.39	11621.81
	2011	14793.60	13018.37	12870.43
	2012	15062.40	13254.91	13104.29
	2013	16526.40	14543.23	14377.97
	2014	14625.60	12870.53	12724.27
	2015	13492.80	11873.66	11738.74
	2016	14635.20	12878.98	12732.62
	2017	12936.00	11383.68	11254.32
	2018	13857.60	12194.69	12056.11
	2019	14280.00	12566.40	12423.60
	2020	15576.00	13706.88	13551.12

Tablo 54. Finlandiya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Finlandiya	**1991**	3580.92	128913.12
	1992	3452.51	124290.29
	1993	3469.21	124891.63
	1994	3490.09	125643.31
	1995	3437.89	123764.11
	1996	3908.74	140714.50
	1997	3854.45	138760.13
	1998	4035.06	145262.16
	1999	4216.72	151801.78
	2000	4174.96	150298.42
	2001	4412.99	158867.57
	2002	4709.48	169541.42
	2003	4431.78	159544.08
	2004	3401.35	122448.67
	2005	3605.98	129815.14
	2006	3682.19	132558.77
	2007	3626.86	130566.82
	2008	3700.98	133235.28
	2009	3361.68	121020.48
	2010	2905.45	104596.27
	2011	3217.61	115833.89
	2012	3276.07	117938.59
	2013	3594.49	129401.71
	2014	3181.07	114518.45
	2015	2934.68	105648.62
	2016	3183.16	114593.62
	2017	2813.58	101288.88
	2018	3014.03	108505.01
	2019	3105.90	111812.40
	2020	3387.78	121960.08



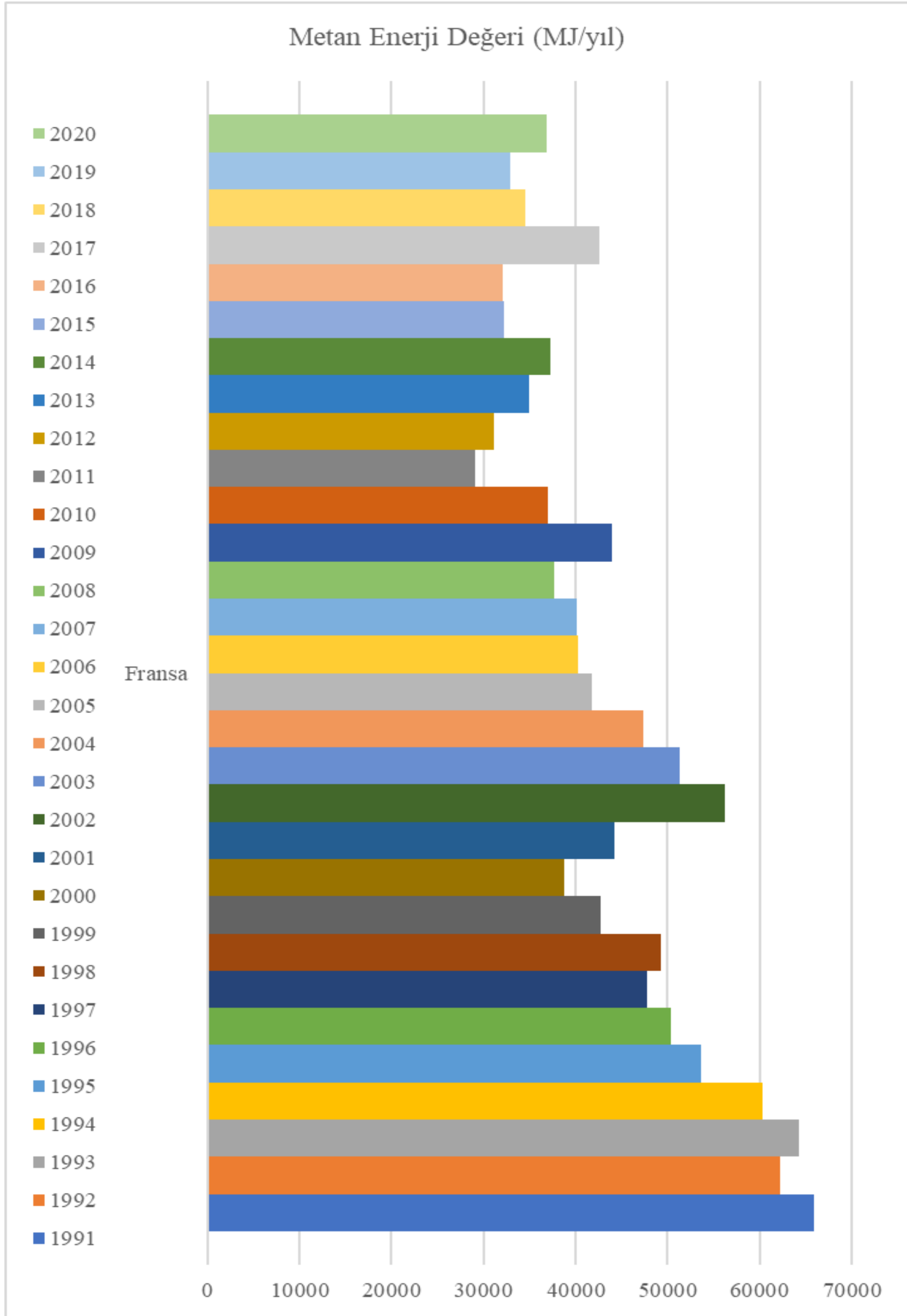
Şekil 27. Finlandiya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 55. Fransa yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Fransa	**1991**	8413.58	7403.95	7319.82
	1992	7939.54	6986.79	6907.40
	1993	8204.54	7220.00	7137.95
	1994	7702.18	6777.91	6700.89
	1995	6853.01	6030.65	5962.12
	1996	6425.47	5654.42	5590.16
	1997	6099.07	5367.18	5306.19
	1998	6286.27	5531.92	5469.06
	1999	5456.06	4801.34	4746.78
	2000	4950.19	4356.17	4306.67
	2001	5644.37	4967.04	4910.60
	2002	7185.84	6323.54	6251.68
	2003	6553.82	5767.37	5701.83
	2004	6053.76	5327.31	5266.77
	2005	5330.74	4691.05	4637.74
	2006	5137.15	4520.69	4469.32
	2007	5119.82	4505.45	4454.25
	2008	4814.54	4236.80	4188.65
	2009	5608.08	4935.11	4879.03
	2010	4722.00	4155.36	4108.14
	2011	3713.95	3268.28	3231.14
	2012	3974.11	3497.22	3457.48
	2013	4464.77	3929.00	3884.35
	2014	4758.43	4187.42	4139.84
	2015	4122.67	3627.95	3586.72
	2016	4095.70	3604.21	3563.26
	2017	5437.92	4785.37	4730.99
	2018	4407.84	3878.90	3834.82
	2019	4198.56	3694.73	3652.75
	2020	4711.68	4146.28	4099.16

Tablo 56. Fransa yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Fransa	1991	1829.95	65878.36
	1992	1726.85	62166.57
	1993	1784.49	64241.58
	1994	1675.22	60308.04
	1995	1490.53	53659.05
	1996	1397.54	50311.45
	1997	1326.55	47755.73
	1998	1367.26	49221.51
	1999	1186.69	42720.98
	2000	1076.67	38760.00
	2001	1227.65	44195.40
	2002	1562.92	56265.13
	2003	1425.46	51316.44
	2004	1316.69	47400.94
	2005	1159.44	41739.66
	2006	1117.33	40223.90
	2007	1113.56	40088.22
	2008	1047.16	37697.88
	2009	1219.76	43911.27
	2010	1027.04	36973.26
	2011	807.78	29080.24
	2012	864.37	31117.30
	2013	971.09	34959.13
	2014	1034.96	37258.52
	2015	896.68	32280.52
	2016	890.81	32069.30
	2017	1182.75	42578.91
	2018	958.71	34513.39
	2019	913.19	32874.72
	2020	1024.79	36892.45



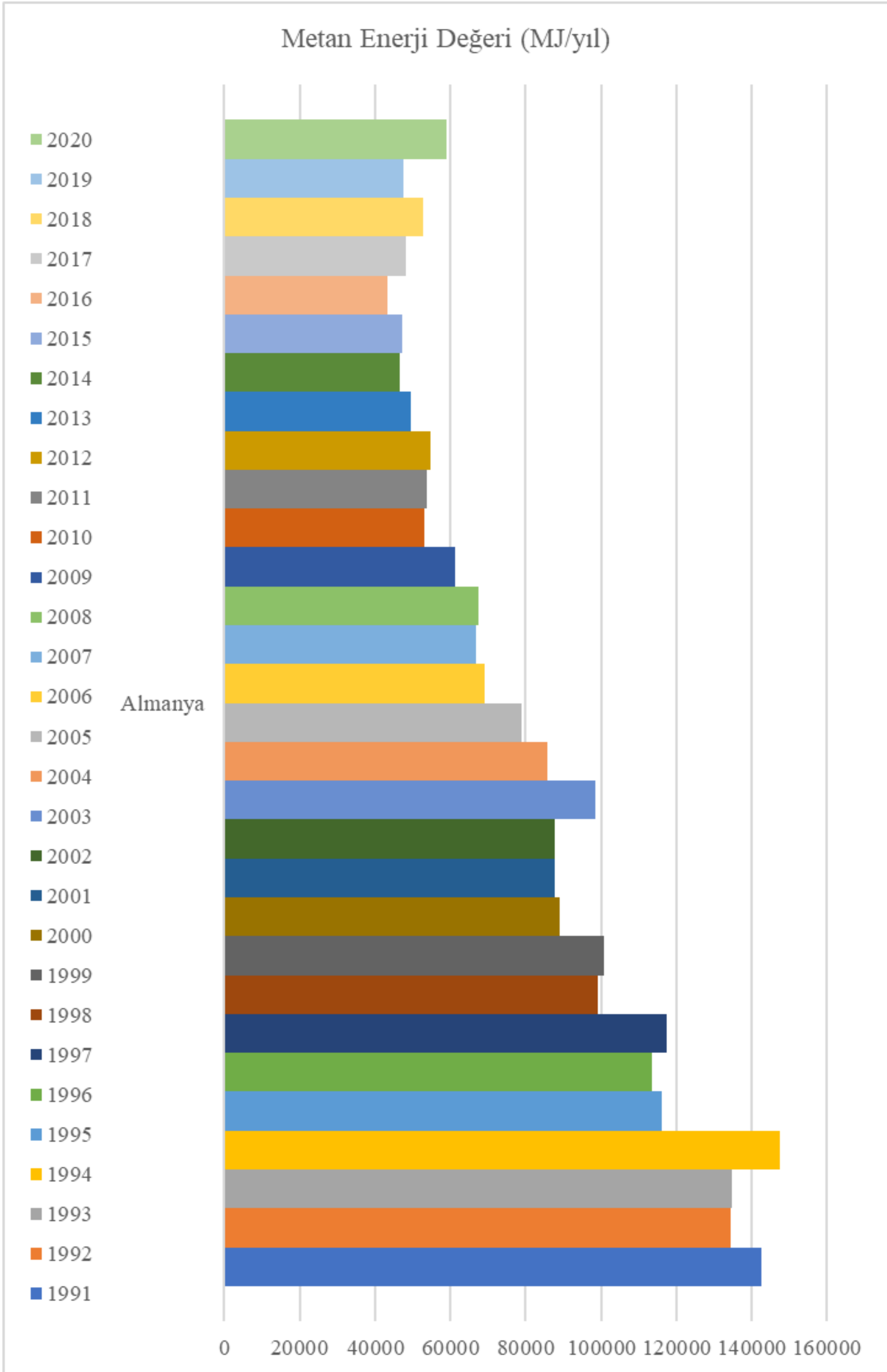
Şekil 28. Fransa yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 57. Almanya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Almanya	1991	18224.54	16037.60	15855.35
	1992	17160.38	15101.14	14929.53
	1993	17214.67	15148.91	14976.76
	1994	18809.14	16552.04	16363.95
	1995	14841.31	13060.35	12911.94
	1996	14490.62	12751.75	12606.84
	1997	14994.62	13195.27	13045.32
	1998	12678.86	11157.40	11030.61
	1999	12852.19	11309.93	11181.41
	2000	11376.96	10011.72	9897.96
	2001	11199.55	9855.61	9743.61
	2002	11191.10	9848.17	9736.26
	2003	12572.50	11063.80	10938.07
	2004	10935.79	9623.50	9514.14
	2005	10075.20	8866.18	8765.42
	2006	8817.60	7759.49	7671.31
	2007	8535.89	7511.58	7426.22
	2008	8615.28	7581.45	7495.29
	2009	7804.46	6867.93	6789.88
	2010	6788.78	5974.13	5906.24
	2011	6883.20	6057.22	5988.38
	2012	6979.20	6141.70	6071.90
	2013	6312.00	5554.56	5491.44
	2014	5942.40	5229.31	5169.89
	2015	6033.60	5309.57	5249.23
	2016	5544.00	4878.72	4823.28
	2017	6148.80	5410.94	5349.46
	2018	6739.20	5930.50	5863.10
	2019	6062.40	5334.91	5274.29
	2020	7540.80	6635.90	6560.50

Tablo 58. Almanya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Almanya	**1991**	3963.84	142698.18
	1992	3732.38	134365.81
	1993	3744.19	134790.88
	1994	4090.99	147275.53
	1995	3227.99	116207.47
	1996	3151.71	113461.59
	1997	3261.33	117407.91
	1998	2757.65	99275.51
	1999	2795.35	100632.66
	2000	2474.49	89081.60
	2001	2435.90	87692.49
	2002	2434.07	87626.34
	2003	2734.52	98442.64
	2004	2378.53	85627.25
	2005	2191.36	78888.82
	2006	1917.83	69041.81
	2007	1856.56	66836.00
	2008	1873.82	67457.64
	2009	1697.47	61108.95
	2010	1476.56	53156.18
	2011	1497.10	53895.46
	2012	1517.98	54647.14
	2013	1372.86	49422.96
	2014	1292.47	46528.99
	2015	1312.31	47243.09
	2016	1205.82	43409.52
	2017	1337.36	48145.10
	2018	1465.78	52767.94
	2019	1318.57	47468.59
	2020	1640.12	59044.46



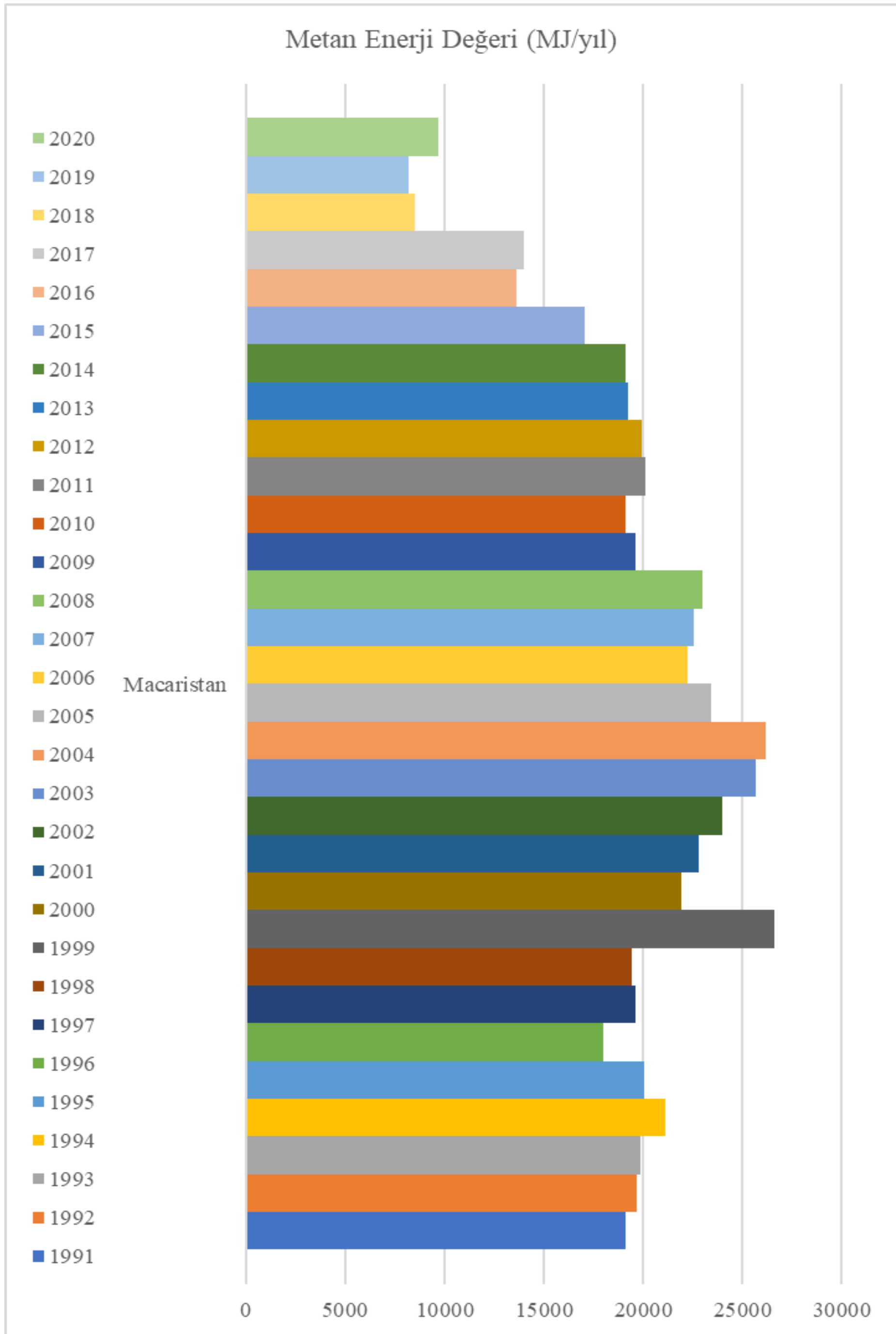
Şekil 29. Almanya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 59. Macaristan yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Macaristan	**1991**	2440.32	2147.48	2123.08
	1992	2513.66	2212.02	2186.89
	1993	2535.65	2231.37	2206.01
	1994	2701.06	2376.93	2349.92
	1995	2562.00	2254.56	2228.94
	1996	2294.93	2019.54	1996.59
	1997	2506.22	2205.48	2180.41
	1998	2482.42	2184.53	2159.70
	1999	3400.85	2992.75	2958.74
	2000	2797.30	2461.62	2433.65
	2001	2910.00	2560.80	2531.70
	2002	3062.98	2695.42	2664.79
	2003	3282.67	2888.75	2855.92
	2004	3341.42	2940.45	2907.04
	2005	2996.16	2636.62	2606.66
	2006	2844.24	2502.93	2474.49
	2007	2879.57	2534.02	2505.22
	2008	2938.61	2585.98	2556.59
	2009	2507.04	2206.20	2181.12
	2010	2438.35	2145.75	2121.37
	2011	2569.87	2261.49	2235.79
	2012	2544.00	2238.72	2213.28
	2013	2459.04	2163.96	2139.36
	2014	2441.76	2148.75	2124.33
	2015	2178.91	1917.44	1895.65
	2016	1742.88	1533.73	1516.31
	2017	1788.19	1573.61	1555.73
	2018	1086.24	955.89	945.03
	2019	1044.96	919.56	909.12
	2020	1236.48	1088.10	1075.74

Tablo 60. Macaristan yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Macaristan	**1991**	530.77	19107.71
	1992	546.72	19681.99
	1993	551.50	19854.12
	1994	587.48	21149.27
	1995	557.24	20060.46
	1996	499.15	17969.29
	1997	545.10	19623.73
	1998	539.93	19437.32
	1999	739.68	26628.64
	2000	608.41	21902.83
	2001	632.93	22785.30
	2002	666.20	23983.10
	2003	713.98	25703.32
	2004	726.76	26163.35
	2005	651.66	23459.93
	2006	618.62	22270.40
	2007	626.31	22547.02
	2008	639.15	23009.30
	2009	545.28	19630.12
	2010	530.34	19092.30
	2011	558.95	20122.10
	2012	553.32	19919.52
	2013	534.84	19254.28
	2014	531.08	19118.98
	2015	473.91	17060.88
	2016	379.08	13646.75
	2017	388.93	14001.54
	2018	236.26	8505.26
	2019	227.28	8182.04
	2020	268.93	9681.64



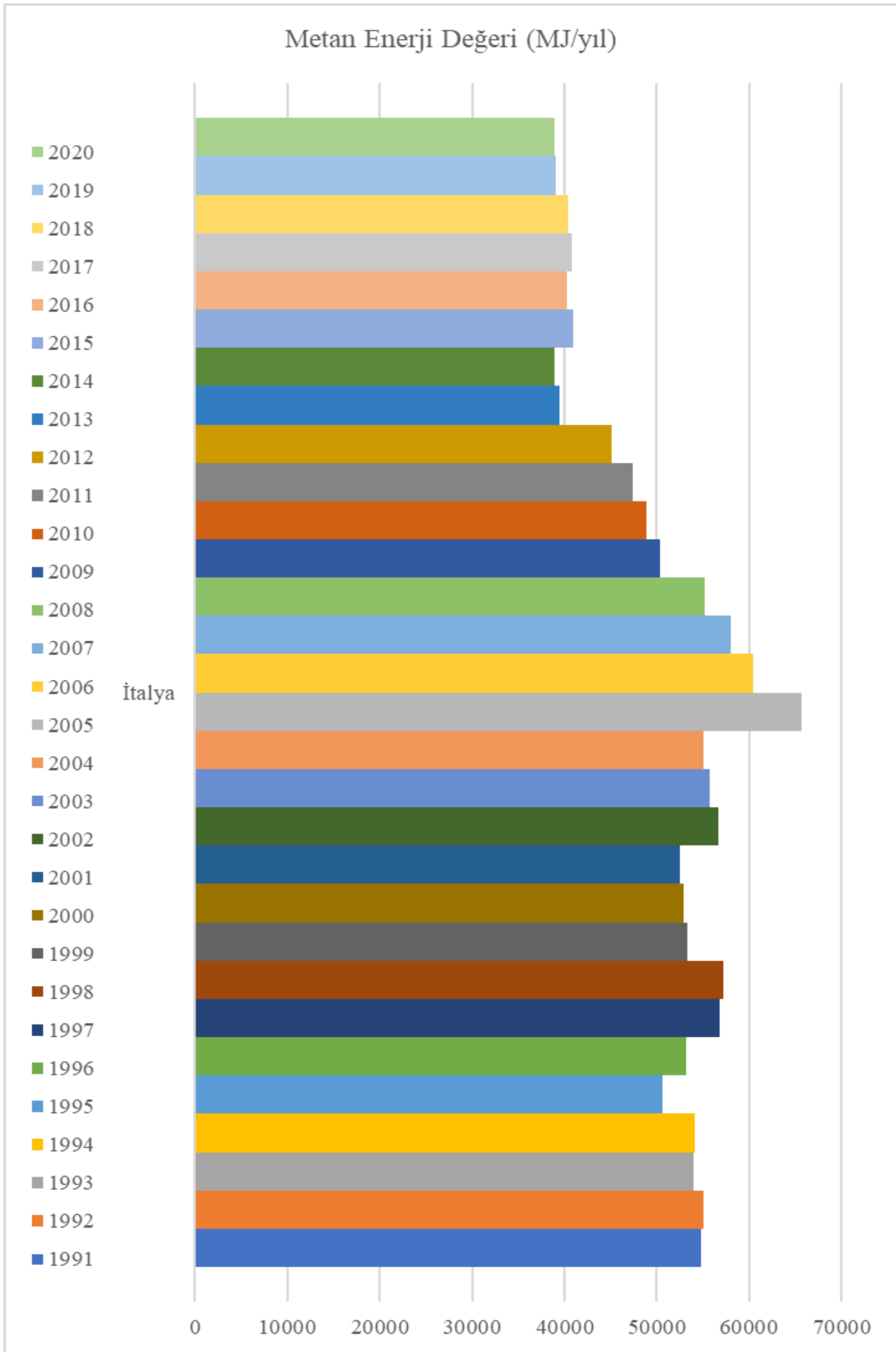
Şekil 30. Macaristan yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 61. İtalya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
İtalya	**1991**	6990.67	6151.79	6081.88
	1992	7023.41	6180.60	6110.36
	1993	6899.33	6071.41	6002.42
	1994	6919.54	6089.19	6020.00
	1995	6463.06	5687.49	5622.86
	1996	6799.44	5983.51	5915.51
	1997	7248.53	6378.70	6306.22
	1998	7306.03	6429.31	6356.25
	1999	6816.00	5998.08	5929.92
	2000	6755.90	5945.20	5877.64
	2001	6712.03	5906.59	5839.47
	2002	7244.78	6375.41	6302.96
	2003	7122.86	6268.12	6196.89
	2004	7038.62	6193.99	6123.60
	2005	8390.35	7383.51	7299.61
	2006	7725.60	6798.53	6721.27
	2007	7416.00	6526.08	6451.92
	2008	7057.06	6210.21	6139.64
	2009	6427.20	5655.94	5591.66
	2010	6241.15	5492.21	5429.80
	2011	6060.19	5332.97	5272.37
	2012	5760.58	5069.31	5011.70
	2013	5033.38	4429.37	4379.04
	2014	4966.08	4370.15	4320.49
	2015	5229.89	4602.30	4550.00
	2016	5138.83	4522.17	4470.78
	2017	5206.03	4581.31	4529.25
	2018	5157.60	4538.69	4487.11
	2019	4981.92	4384.09	4334.27
	2020	4966.08	4370.15	4320.49

Tablo 62. İtalya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
İtalya	**1991**	1520.47	54736.96
	1992	1527.59	54993.28
	1993	1500.60	54021.74
	1994	1505.00	54179.97
	1995	1405.71	50605.73
	1996	1478.88	53239.62
	1997	1576.55	56755.97
	1998	1589.06	57206.23
	1999	1482.48	53369.28
	2000	1469.41	52898.73
	2001	1459.87	52555.21
	2002	1575.74	56726.66
	2003	1549.22	55772.03
	2004	1530.90	55112.43
	2005	1824.90	65696.46
	2006	1680.32	60491.45
	2007	1612.98	58067.28
	2008	1534.91	55256.75
	2009	1397.92	50324.98
	2010	1357.45	48868.22
	2011	1318.09	47451.30
	2012	1252.93	45105.31
	2013	1094.76	39411.33
	2014	1080.12	38884.41
	2015	1137.50	40950.02
	2016	1117.70	40237.05
	2017	1132.31	40763.23
	2018	1121.78	40384.01
	2019	1083.57	39008.43
	2020	1080.12	38884.41



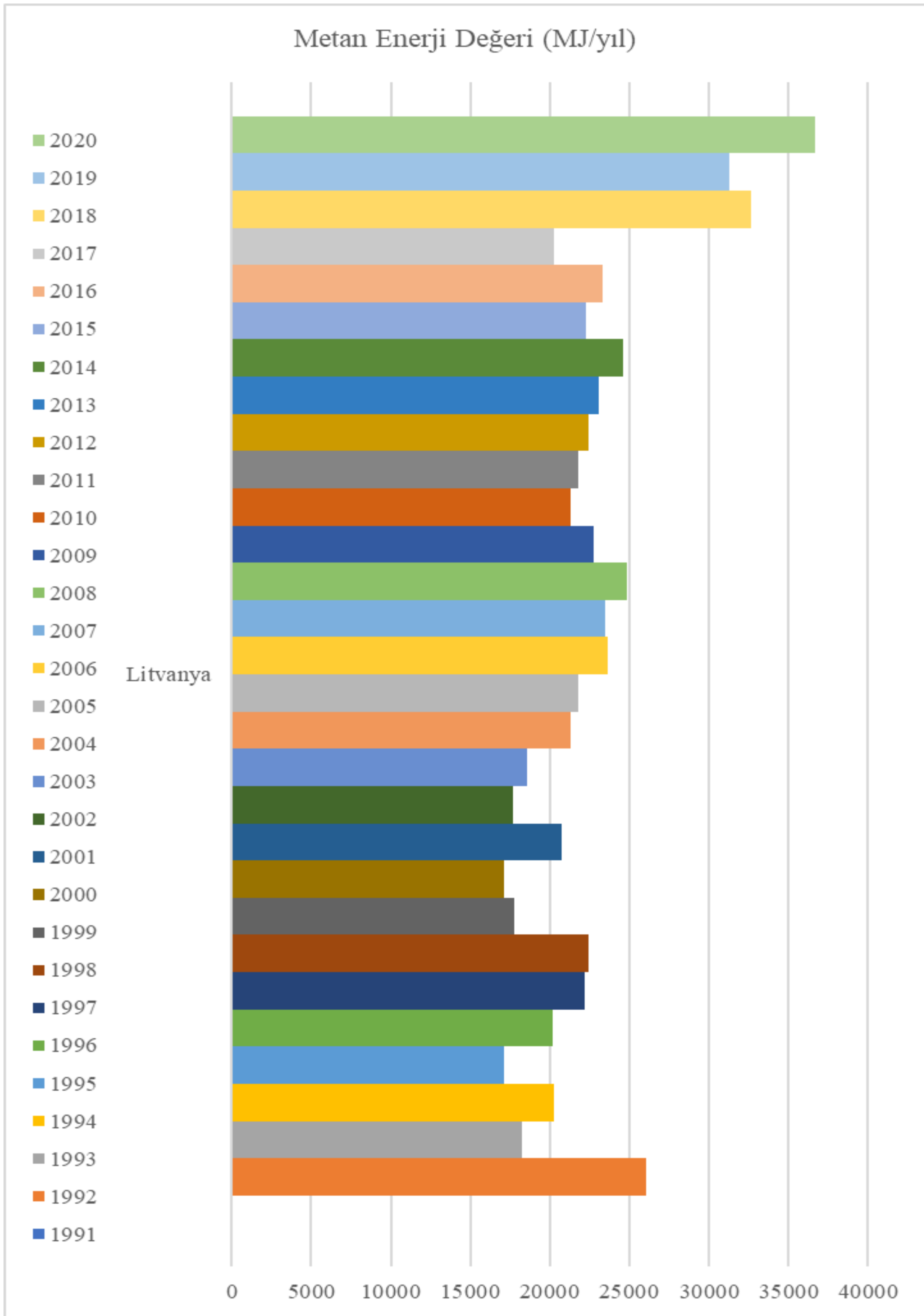
Şekil 31. İtalya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 63. Litvanya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Litvanya	**1991**	0.00	0.00	0.00
	1992	3331.20	2931.46	2898.14
	1993	2328.00	2048.64	2025.36
	1994	2592.00	2280.96	2255.04
	1995	2188.80	1926.14	1904.26
	1996	2572.80	2264.06	2238.34
	1997	2836.80	2496.38	2468.02
	1998	2865.60	2521.73	2493.07
	1999	2265.60	1993.73	1971.07
	2000	2185.01	1922.81	1900.96
	2001	2649.60	2331.65	2305.15
	2002	2260.80	1989.50	1966.90
	2003	2371.20	2086.66	2062.94
	2004	2721.60	2395.01	2367.79
	2005	2784.00	2449.92	2422.08
	2006	3019.20	2656.90	2626.70
	2007	2995.20	2635.78	2605.82
	2008	3177.60	2796.29	2764.51
	2009	2908.80	2559.74	2530.66
	2010	2721.60	2395.01	2367.79
	2011	2784.00	2449.92	2422.08
	2012	2870.40	2525.95	2497.25
	2013	2952.00	2597.76	2568.24
	2014	3139.20	2762.50	2731.10
	2015	2846.40	2504.83	2476.37
	2016	2980.80	2623.10	2593.30
	2017	2592.00	2280.96	2255.04
	2018	4166.40	3666.43	3624.77
	2019	3993.60	3514.37	3474.43
	2020	4689.60	4126.85	4079.95

Tablo 64. Litvanya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Litvanya	1991	0.00	0.00
	1992	724.54	26083.30
	1993	506.34	18228.24
	1994	563.76	20295.36
	1995	476.06	17138.30
	1996	559.58	20145.02
	1997	617.00	22212.14
	1998	623.27	22437.65
	1999	492.77	17739.65
	2000	475.24	17108.61
	2001	576.29	20746.37
	2002	491.72	17702.06
	2003	515.74	18566.50
	2004	591.95	21310.13
	2005	605.52	21798.72
	2006	656.68	23640.34
	2007	651.46	23452.42
	2008	691.13	24880.61
	2009	632.66	22775.90
	2010	591.95	21310.13
	2011	605.52	21798.72
	2012	624.31	22475.23
	2013	642.06	23114.16
	2014	682.78	24579.94
	2015	619.09	22287.31
	2016	648.32	23339.66
	2017	563.76	20295.36
	2018	906.19	32622.91
	2019	868.61	31269.89
	2020	1019.99	36719.57



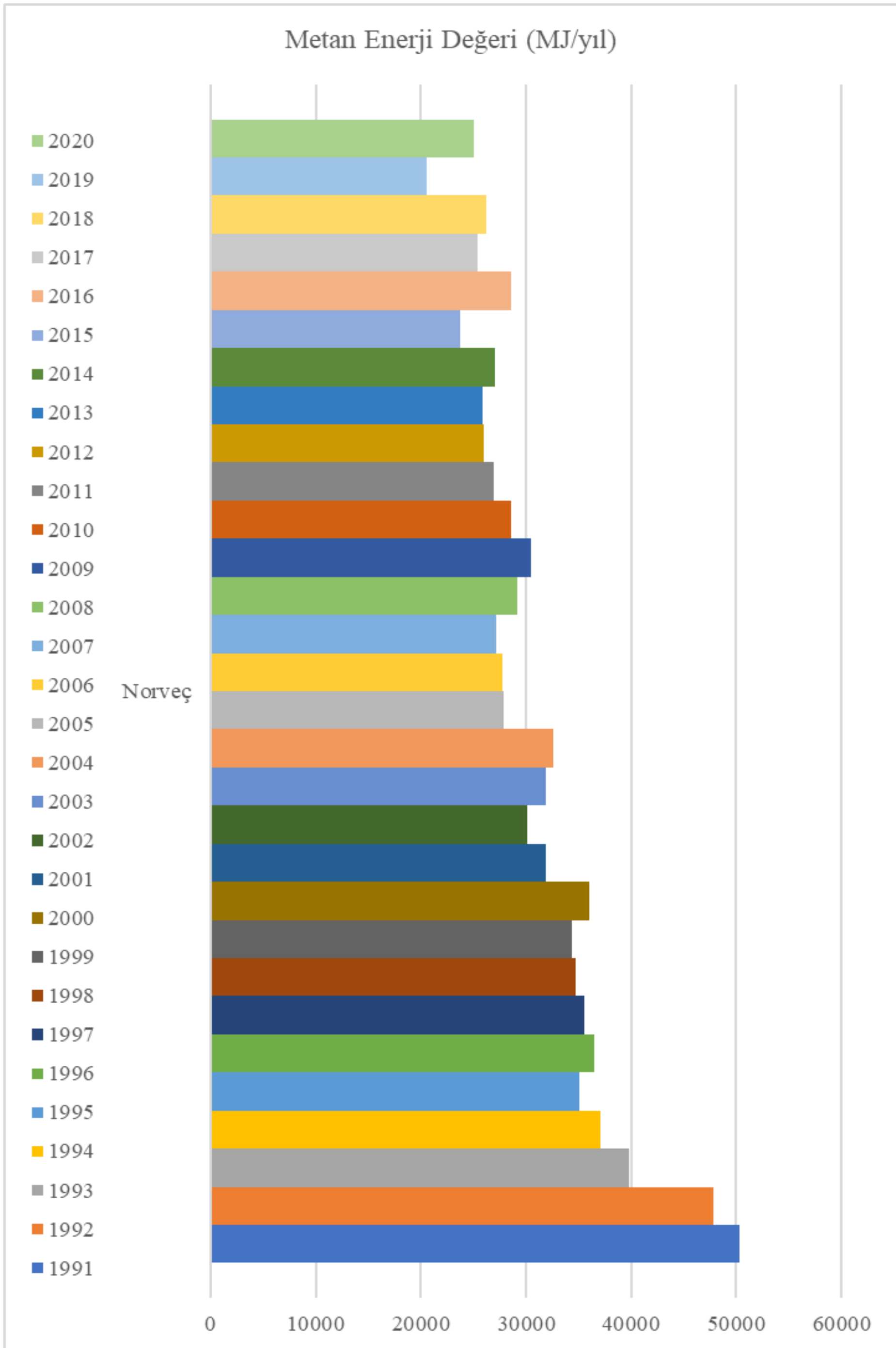
Şekil 32. Litvanya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 65. Norveç yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m³/yıl)
Norveç	**1991**	6417.74	5647.61	5583.44
	1992	6111.12	5377.79	5316.67
	1993	5082.48	4472.58	4421.76
	1994	4729.73	4162.16	4114.86
	1995	4475.04	3938.04	3893.28
	1996	4655.52	4096.86	4050.30
	1997	4536.96	3992.52	3947.16
	1998	4437.89	3905.34	3860.96
	1999	4382.88	3856.93	3813.11
	2000	4605.12	4052.51	4006.45
	2001	4075.68	3586.60	3545.84
	2002	3840.96	3380.04	3341.64
	2003	4072.61	3583.90	3543.17
	2004	4159.68	3660.52	3618.92
	2005	3559.49	3132.35	3096.75
	2006	3549.55	3123.61	3088.11
	2007	3474.48	3057.54	3022.80
	2008	3733.20	3285.22	3247.88
	2009	3889.49	3422.75	3383.85
	2010	3653.47	3215.06	3178.52
	2011	3437.04	3024.60	2990.22
	2012	3322.51	2923.81	2890.59
	2013	3303.22	2906.83	2873.80
	2014	3454.90	3040.31	3005.76
	2015	3036.24	2671.89	2641.53
	2016	3656.11	3217.38	3180.82
	2017	3245.81	2856.31	2823.85
	2018	3351.84	2949.62	2916.10
	2019	2630.54	2314.88	2288.57
	2020	3204.00	2819.52	2787.48

Tablo 66. Norveç yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Norveç	**1991**	1395.86	50250.94
	1992	1329.17	47850.07
	1993	1105.44	39795.82
	1994	1028.72	37033.77
	1995	973.32	35039.56
	1996	1012.58	36452.72
	1997	986.79	35524.40
	1998	965.24	34748.66
	1999	953.28	34317.95
	2000	1001.61	36058.09
	2001	886.46	31912.57
	2002	835.41	30074.72
	2003	885.79	31888.52
	2004	904.73	32570.29
	2005	774.19	27870.79
	2006	772.03	27792.99
	2007	755.70	27205.18
	2008	811.97	29230.96
	2009	845.96	30454.69
	2010	794.63	28606.69
	2011	747.56	26912.02
	2012	722.65	26015.27
	2013	718.45	25864.18
	2014	751.44	27051.84
	2015	660.38	23773.76
	2016	795.20	28627.36
	2017	705.96	25414.68
	2018	729.03	26244.91
	2019	572.14	20597.16
	2020	696.87	25087.32



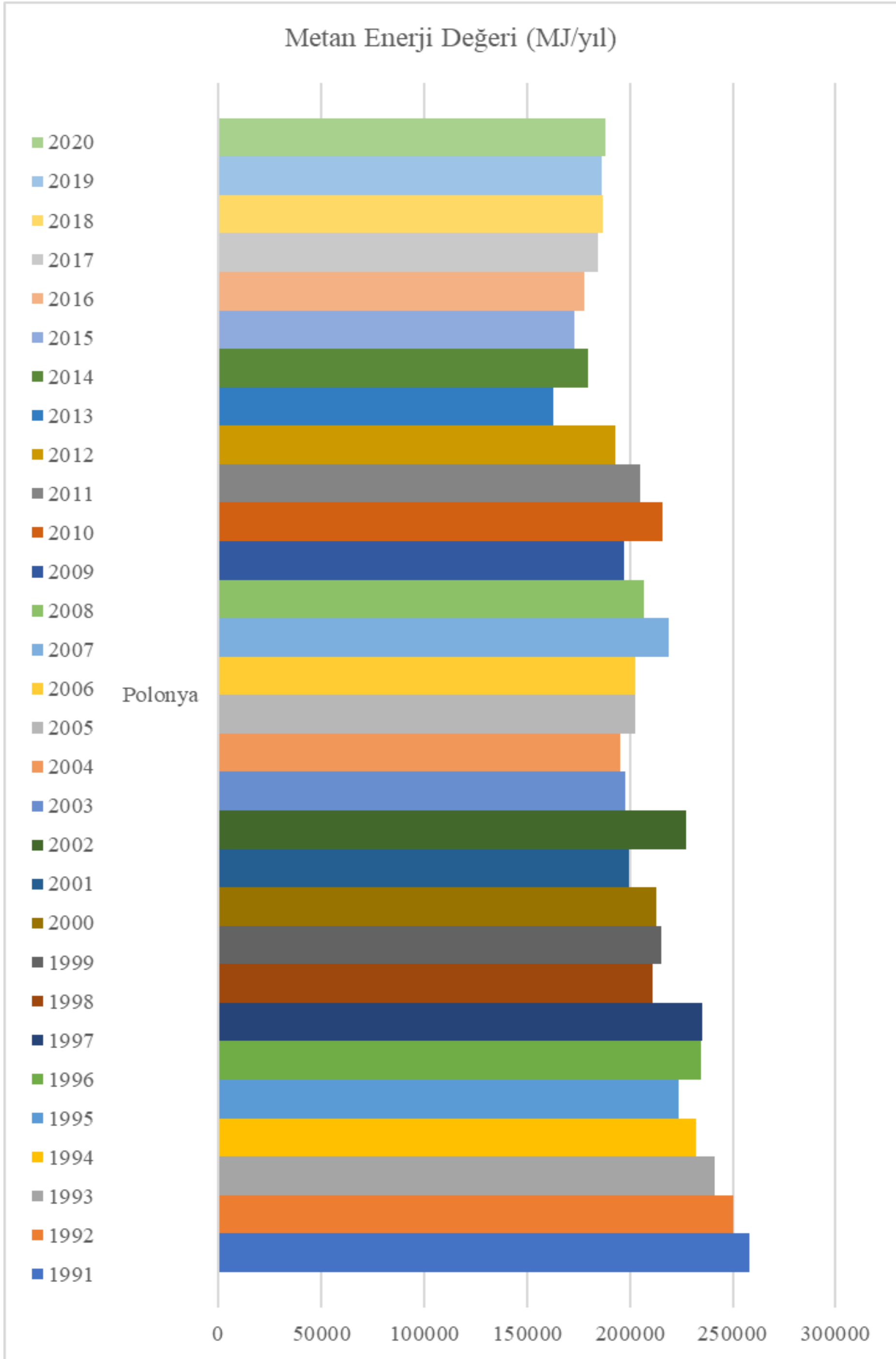
Şekil 33. Norveç yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 67. Polonya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Polonya	1991	32935.97	28983.65	28654.29
	1992	31995.22	28155.79	27835.84
	1993	30804.24	27107.73	26799.69
	1994	29670.82	26110.32	25813.61
	1995	28577.28	25148.01	24862.23
	1996	29988.43	26389.82	26089.94
	1997	30025.92	26422.81	26122.55
	1998	26941.58	23708.59	23439.18
	1999	27472.75	24176.02	23901.29
	2000	27150.34	23892.30	23620.79
	2001	25488.48	22429.86	22174.98
	2002	29048.40	25562.59	25272.11
	2003	25291.06	22256.13	22003.22
	2004	24947.23	21953.56	21704.09
	2005	25882.13	22776.27	22517.45
	2006	25875.55	22770.49	22511.73
	2007	27962.69	24607.17	24327.54
	2008	26429.62	23258.06	22993.77
	2009	25214.40	22188.67	21936.53
	2010	27558.29	24251.29	23975.71
	2011	26217.60	23071.49	22809.31
	2012	24662.40	21702.91	21456.29
	2013	20822.98	18324.22	18115.99
	2014	22971.46	20214.88	19985.17
	2015	22113.36	19459.76	19238.62
	2016	22678.80	19957.34	19730.56
	2017	23579.57	20750.02	20514.22
	2018	23866.56	21002.57	20763.91
	2019	23784.00	20929.92	20692.08
	2020	24005.76	21125.07	20885.01

Tablo 68. Polonya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Polonya	**1991**	7163.57	257888.63
	1992	6958.96	250522.54
	1993	6699.92	241197.20
	1994	6453.40	232322.49
	1995	6215.56	223760.10
	1996	6522.48	234809.42
	1997	6530.64	235102.95
	1998	5859.79	210952.60
	1999	5975.32	215111.65
	2000	5905.20	212587.13
	2001	5543.74	199574.80
	2002	6318.03	227448.97
	2003	5500.80	198028.97
	2004	5426.02	195336.83
	2005	5629.36	202657.06
	2006	5627.93	202605.57
	2007	6081.88	218947.85
	2008	5748.44	206943.89
	2009	5484.13	197428.75
	2010	5993.93	215781.40
	2011	5702.33	205283.81
	2012	5364.07	193106.59
	2013	4529.00	163043.90
	2014	4996.29	179866.50
	2015	4809.66	173147.61
	2016	4932.64	177575.00
	2017	5128.56	184628.02
	2018	5190.98	186875.16
	2019	5173.02	186228.72
	2020	5221.25	187965.10



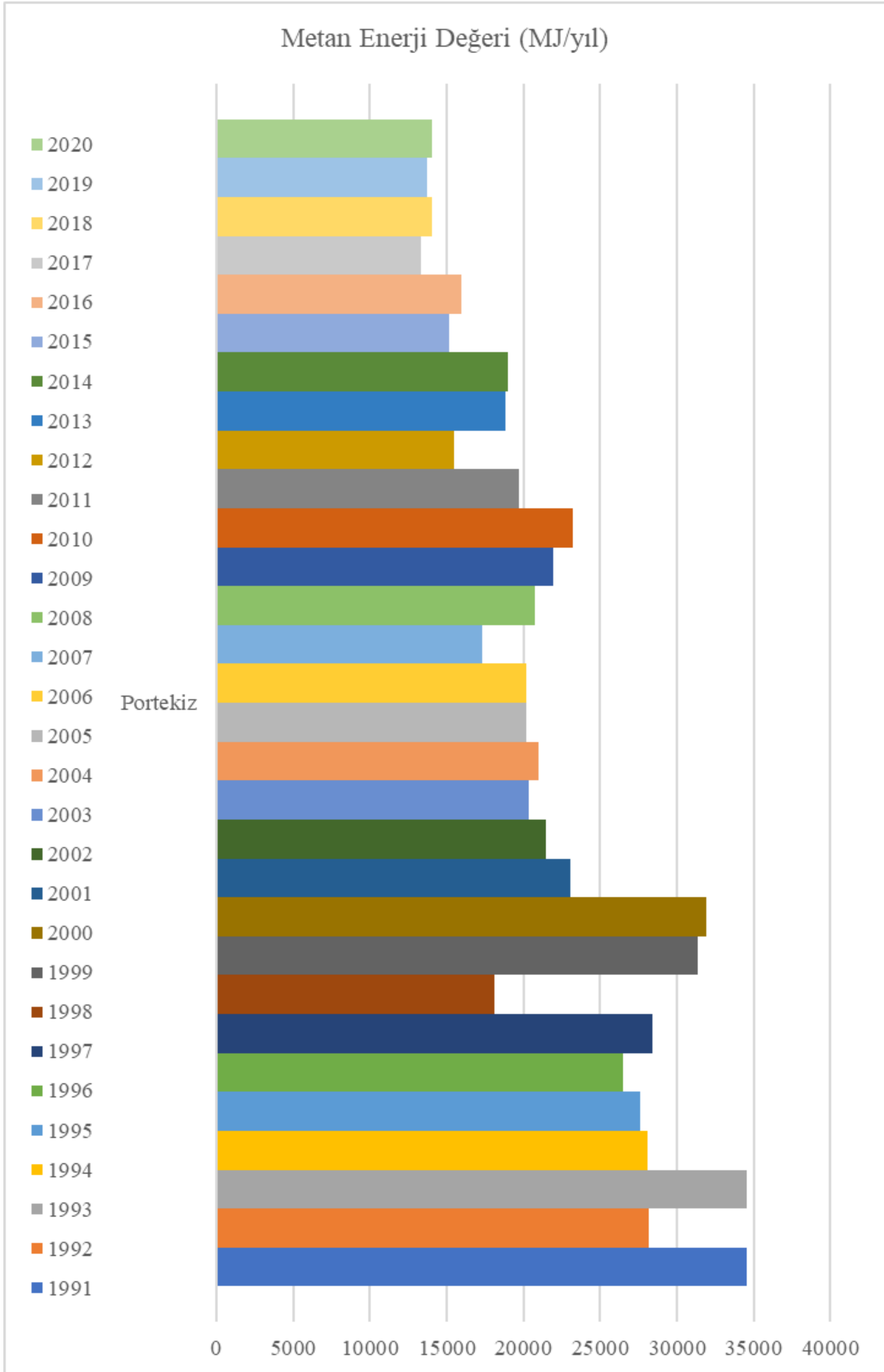
Şekil 34. Polonya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 69. Portekiz yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Portekiz	**1991**	4413.89	3884.22	3840.08
	1992	3602.26	3169.99	3133.96
	1993	4416.00	3886.08	3841.92
	1994	3589.92	3159.13	3123.23
	1995	3525.50	3102.44	3067.19
	1996	3388.46	2981.85	2947.96
	1997	3633.46	3197.44	3161.11
	1998	2314.13	2036.43	2013.29
	1999	4001.42	3521.25	3481.24
	2000	4081.63	3591.84	3551.02
	2001	2944.51	2591.17	2561.73
	2002	2742.10	2413.04	2385.62
	2003	2596.85	2285.23	2259.26
	2004	2678.45	2357.03	2330.25
	2005	2575.58	2266.51	2240.76
	2006	2576.35	2267.19	2241.43
	2007	2211.07	1945.74	1923.63
	2008	2651.18	2333.04	2306.53
	2009	2805.46	2468.80	2440.75
	2010	2963.90	2608.24	2578.60
	2011	2512.85	2211.31	2186.18
	2012	1973.86	1736.99	1717.25
	2013	2409.22	2120.11	2096.02
	2014	2425.92	2134.81	2110.55
	2015	1939.92	1707.13	1687.73
	2016	2035.73	1791.44	1771.08
	2017	1700.88	1496.77	1479.77
	2018	1791.84	1576.82	1558.90
	2019	1755.84	1545.14	1527.58
	2020	1788.96	1574.28	1556.40

Tablo 70. Portekiz yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Portekiz	**1991**	960.02	34560.74
	1992	783.49	28205.66
	1993	960.48	34577.28
	1994	780.81	28109.07
	1995	766.80	27604.70
	1996	736.99	26531.67
	1997	790.28	28449.96
	1998	503.32	18119.62
	1999	870.31	31331.15
	2000	887.75	31959.18
	2001	640.43	23055.53
	2002	596.41	21470.61
	2003	564.81	20333.32
	2004	582.56	20972.25
	2005	560.19	20166.82
	2006	560.36	20172.84
	2007	480.91	17312.69
	2008	576.63	20758.77
	2009	610.19	21966.72
	2010	644.65	23207.37
	2011	546.54	19675.60
	2012	429.31	15455.29
	2013	524.00	18864.16
	2014	527.64	18994.95
	2015	421.93	15189.57
	2016	442.77	15939.75
	2017	369.94	13317.89
	2018	389.73	14030.11
	2019	381.90	13748.23
	2020	389.10	14007.56



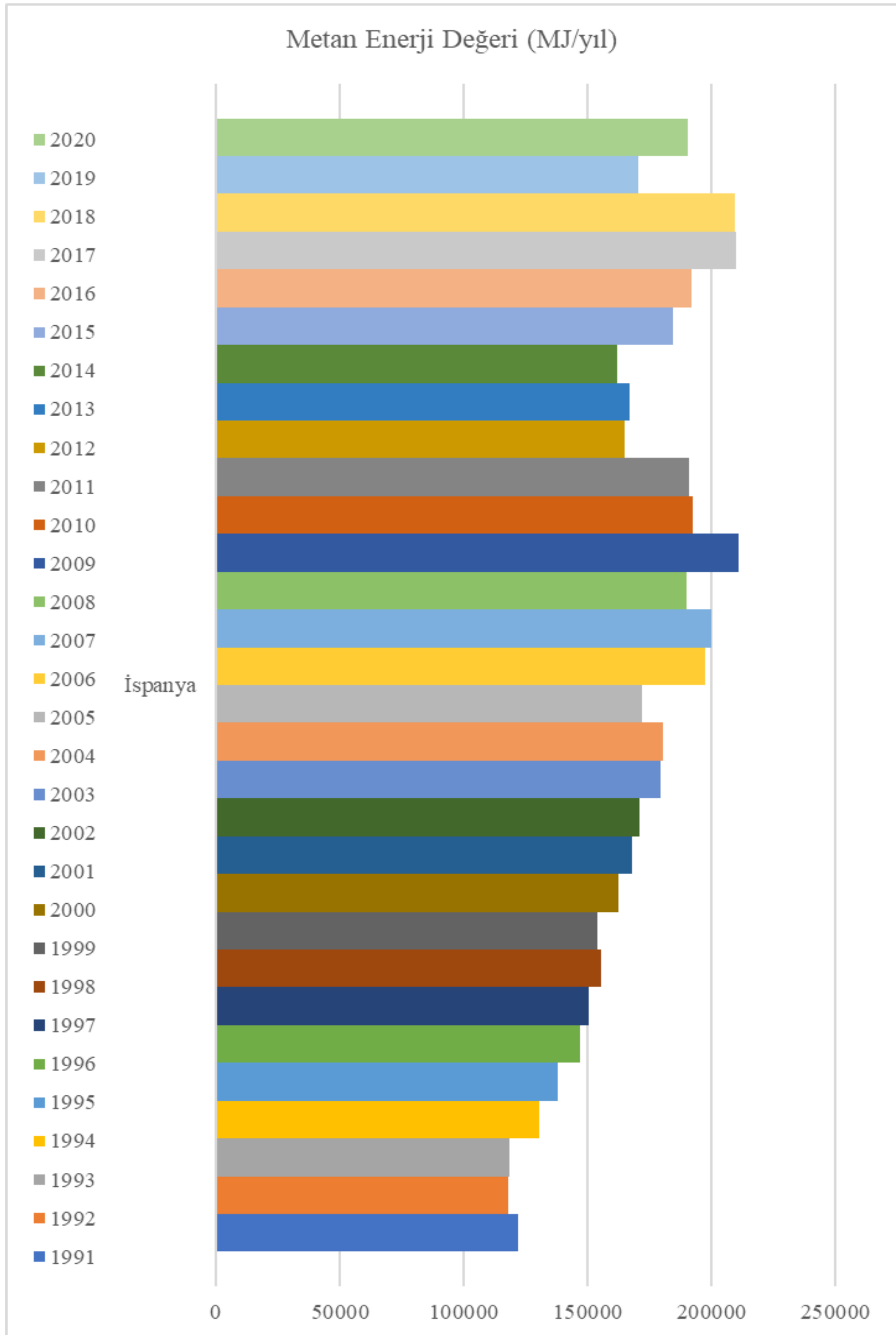
Şekil 35. Portekiz enerji potansiyeli değerleri

Tablo 71. İspanya yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
İspanya	**1991**	15590.40	13719.55	13563.65
	1992	15062.40	13254.91	13104.29
	1993	15119.42	13305.09	13153.90
	1994	16680.00	14678.40	14511.60
	1995	17606.40	15493.63	15317.57
	1996	18782.40	16528.51	16340.69
	1997	19190.93	16888.02	16696.11
	1998	19833.60	17453.57	17255.23
	1999	19656.00	17297.28	17100.72
	2000	20742.58	18253.47	18046.04
	2001	21404.45	18835.91	18621.87
	2002	21848.88	19227.01	19008.53
	2003	22896.00	20148.48	19919.52
	2004	23030.45	20266.79	20036.49
	2005	21976.66	19339.46	19119.69
	2006	25170.67	22150.19	21898.48
	2007	25508.74	22447.69	22192.60
	2008	24264.53	21352.78	21110.14
	2009	26939.42	23706.69	23437.30
	2010	24543.79	21598.54	21353.10
	2011	24400.51	21472.45	21228.45
	2012	21057.60	18530.69	18320.11
	2013	21336.00	18775.68	18562.32
	2014	20653.44	18175.03	17968.49
	2015	23521.97	20699.33	20464.11
	2016	24472.75	21536.02	21291.29
	2017	26820.82	23602.32	23334.11
	2018	26712.00	23506.56	23239.44
	2019	21764.64	19152.88	18935.24
	2020	24296.16	21380.62	21137.66

Tablo 72. İspanya yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
İspanya	**1991**	3390.91	122072.83
	1992	3276.07	117938.59
	1993	3288.47	118385.09
	1994	3627.90	130604.40
	1995	3829.39	137858.11
	1996	4085.17	147066.19
	1997	4174.03	150264.97
	1998	4313.81	155297.09
	1999	4275.18	153906.48
	2000	4511.51	162414.37
	2001	4655.47	167596.83
	2002	4752.13	171076.73
	2003	4979.88	179275.68
	2004	5009.12	180328.41
	2005	4779.92	172077.22
	2006	5474.62	197086.36
	2007	5548.15	199733.40
	2008	5277.53	189991.25
	2009	5859.32	210935.69
	2010	5338.27	192177.89
	2011	5307.11	191056.01
	2012	4580.03	164881.01
	2013	4640.58	167060.88
	2014	4492.12	161716.44
	2015	5116.03	184177.01
	2016	5322.82	191621.65
	2017	5833.53	210006.99
	2018	5809.86	209154.96
	2019	4733.81	170417.13
	2020	5284.41	190238.93



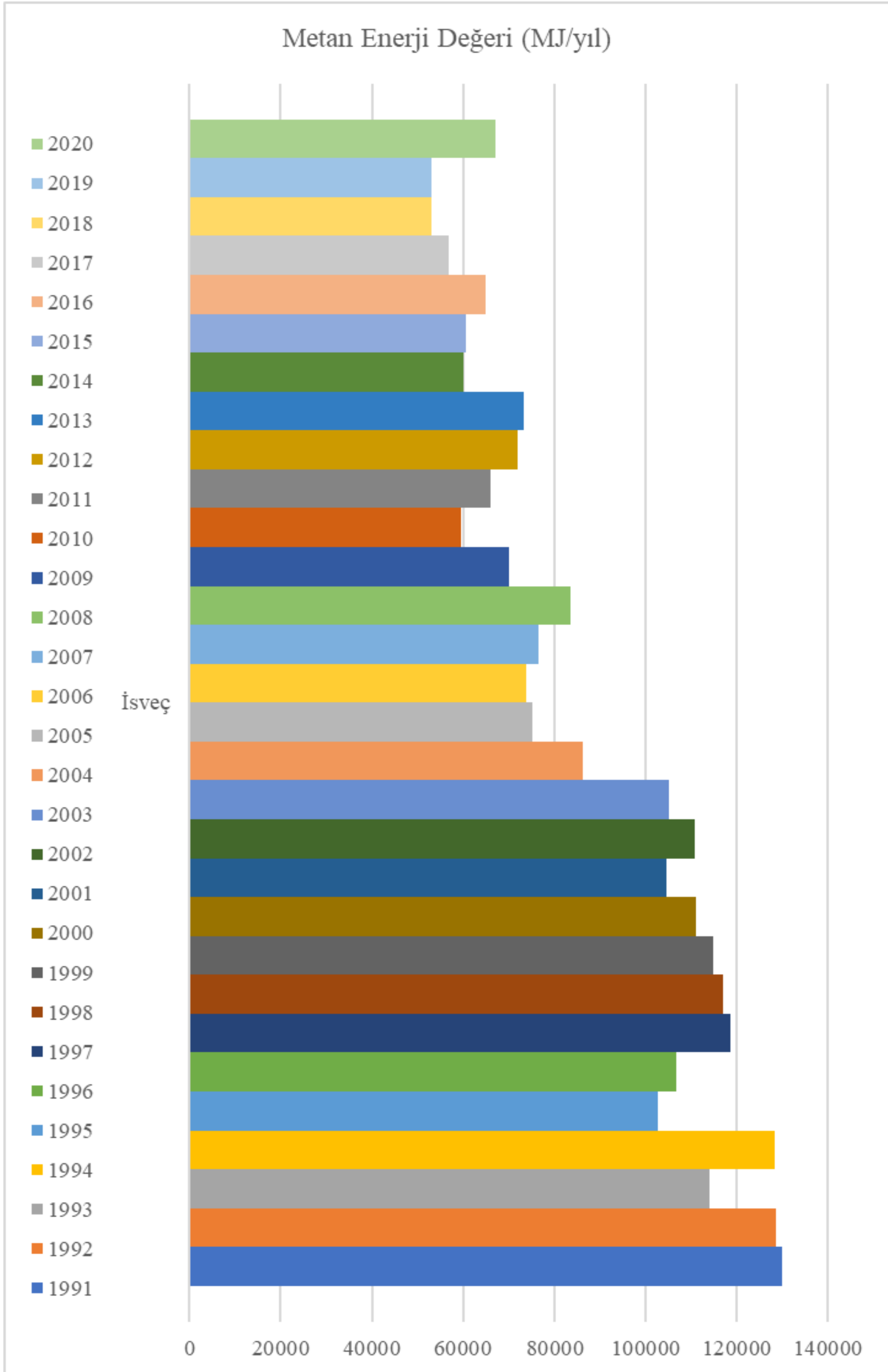
Şekil 36. İspanya yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 73. İsveç yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
İsveç	**1991**	16604.16	14611.66	14445.62
	1992	16430.40	14458.75	14294.45
	1993	14560.80	12813.50	12667.90
	1994	16387.20	14420.74	14256.86
	1995	13104.00	11531.52	11400.48
	1996	13612.80	11979.26	11843.14
	1997	15142.08	13325.03	13173.61
	1998	14950.56	13156.49	13006.99
	1999	14671.58	12910.99	12764.28
	2000	14186.11	12483.78	12341.92
	2001	13352.35	11750.07	11616.55
	2002	14160.10	12460.88	12319.28
	2003	13430.78	11819.09	11684.78
	2004	11025.41	9702.36	9592.10
	2005	9605.86	8453.15	8357.09
	2006	9442.56	8309.45	8215.03
	2007	9768.00	8595.84	8498.16
	2008	10680.00	9398.40	9291.60
	2009	8932.80	7860.86	7771.54
	2010	7598.40	6686.59	6610.61
	2011	8428.80	7417.34	7333.06
	2012	9187.20	8084.74	7992.86
	2013	9360.48	8237.22	8143.62
	2014	7659.36	6740.24	6663.64
	2015	7748.16	6818.38	6740.90
	2016	8297.76	7302.03	7219.05
	2017	7264.46	6392.73	6320.08
	2018	6780.96	5967.24	5899.44
	2019	6774.24	5961.33	5893.59
	2020	8549.76	7523.79	7438.29

Tablo 74. İsveç yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
İsveç	**1991**	3611.40	130010.57
	1992	3573.61	128650.03
	1993	3166.97	114011.06
	1994	3564.22	128311.78
	1995	2850.12	102604.32
	1996	2960.78	106588.22
	1997	3293.40	118562.49
	1998	3251.75	117062.88
	1999	3191.07	114878.50
	2000	3085.48	111077.26
	2001	2904.14	104548.92
	2002	3079.82	110873.55
	2003	2921.20	105163.04
	2004	2398.03	86328.94
	2005	2089.27	75213.85
	2006	2053.76	73935.24
	2007	2124.54	76483.44
	2008	2322.90	83624.40
	2009	1942.88	69943.82
	2010	1652.65	59495.47
	2011	1833.26	65997.50
	2012	1998.22	71935.78
	2013	2035.90	73292.56
	2014	1665.91	59972.79
	2015	1685.22	60668.09
	2016	1804.76	64971.46
	2017	1580.02	56880.75
	2018	1474.86	53094.92
	2019	1473.40	53042.30
	2020	1859.57	66944.62



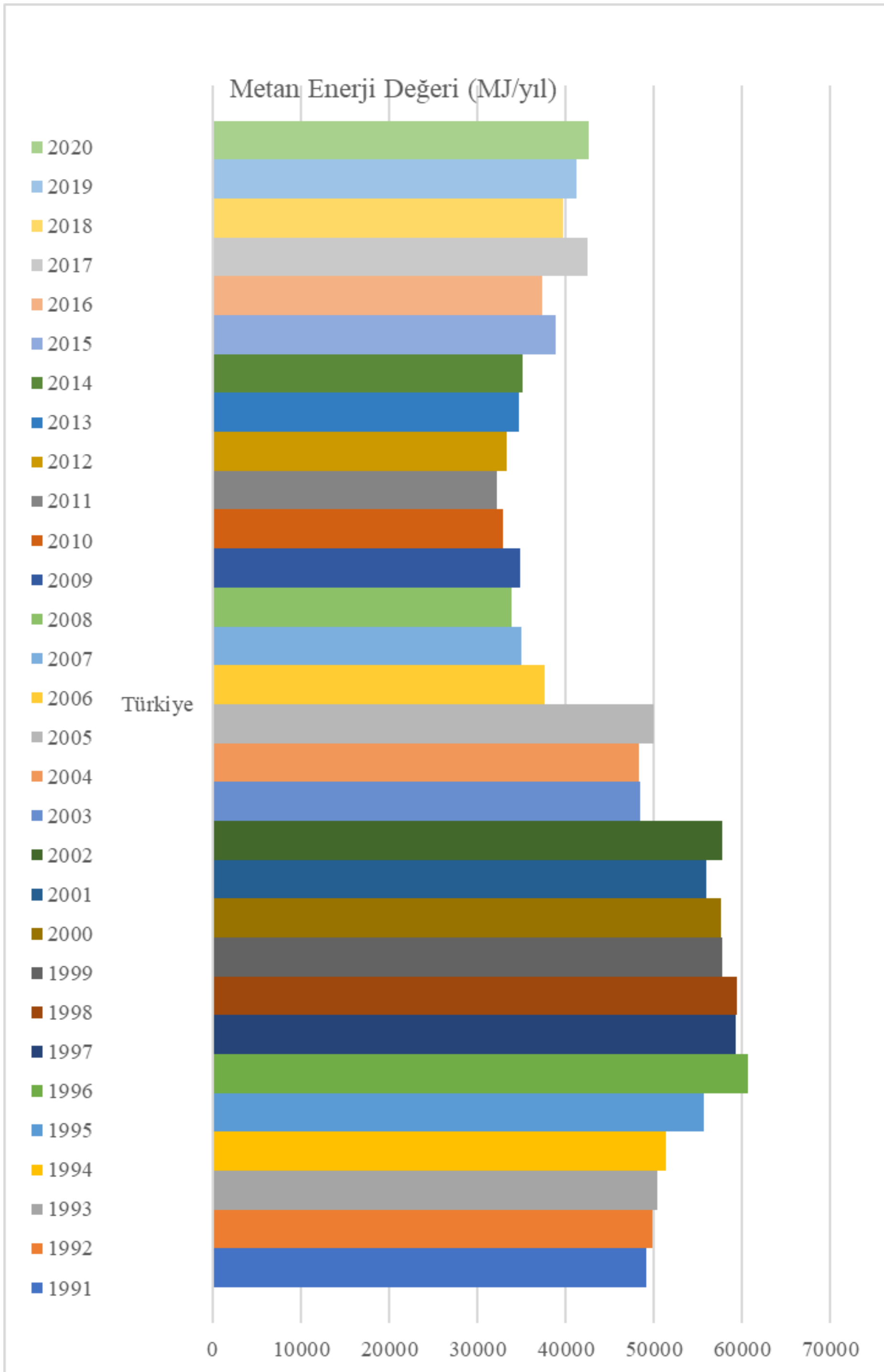
Şekil 37. İsveç yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 75. Türkiye yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
Türkiye	**1991**	6269.90	5517.52	5454.82
	1992	6370.42	5605.97	5542.26
	1993	6443.04	5669.88	5605.44
	1994	6567.12	5779.07	5713.39
	1995	7102.13	6249.87	6178.85
	1996	7751.86	6821.63	6744.11
	1997	7577.76	6668.43	6592.65
	1998	7594.90	6683.51	6607.56
	1999	7368.34	6484.14	6410.45
	2000	7353.31	6470.91	6397.38
	2001	7152.72	6294.39	6222.87
	2002	7375.15	6490.13	6416.38
	2003	6186.67	5444.27	5382.40
	2004	6178.56	5437.13	5375.35
	2005	6378.82	5613.36	5549.57
	2006	4804.22	4227.72	4179.67
	2007	4475.81	3938.71	3893.95
	2008	4320.38	3801.94	3758.73
	2009	4448.83	3914.97	3870.48
	2010	4206.67	3701.87	3659.80
	2011	4115.66	3621.78	3580.63
	2012	4261.73	3750.32	3707.70
	2013	4437.89	3905.34	3860.96
	2014	4493.09	3953.92	3908.99
	2015	4965.55	4369.69	4320.03
	2016	4770.29	4197.85	4150.15
	2017	5417.04	4767.00	4712.82
	2018	5078.50	4469.08	4418.29
	2019	5259.02	4627.94	4575.35
	2020	5436.05	4783.72	4729.36

Tablo 76. Türkiye yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
Türkiye	**1991**	1363.70	49093.35
	1992	1385.57	49880.36
	1993	1401.36	50449.00
	1994	1428.35	51420.55
	1995	1544.71	55609.66
	1996	1686.03	60697.03
	1997	1648.16	59333.86
	1998	1651.89	59468.04
	1999	1602.61	57694.07
	2000	1599.35	57576.43
	2001	1555.72	56005.80
	2002	1604.10	57747.44
	2003	1345.60	48441.64
	2004	1343.84	48378.12
	2005	1387.39	49946.13
	2006	1044.92	37617.07
	2007	973.49	35045.58
	2008	939.68	33828.61
	2009	967.62	34834.35
	2010	914.95	32938.24
	2011	895.16	32225.65
	2012	926.93	33369.33
	2013	965.24	34748.66
	2014	977.25	35180.88
	2015	1080.01	38880.27
	2016	1037.54	37351.36
	2017	1178.21	42415.42
	2018	1104.57	39764.62
	2019	1143.84	41178.16
	2020	1182.34	42564.26



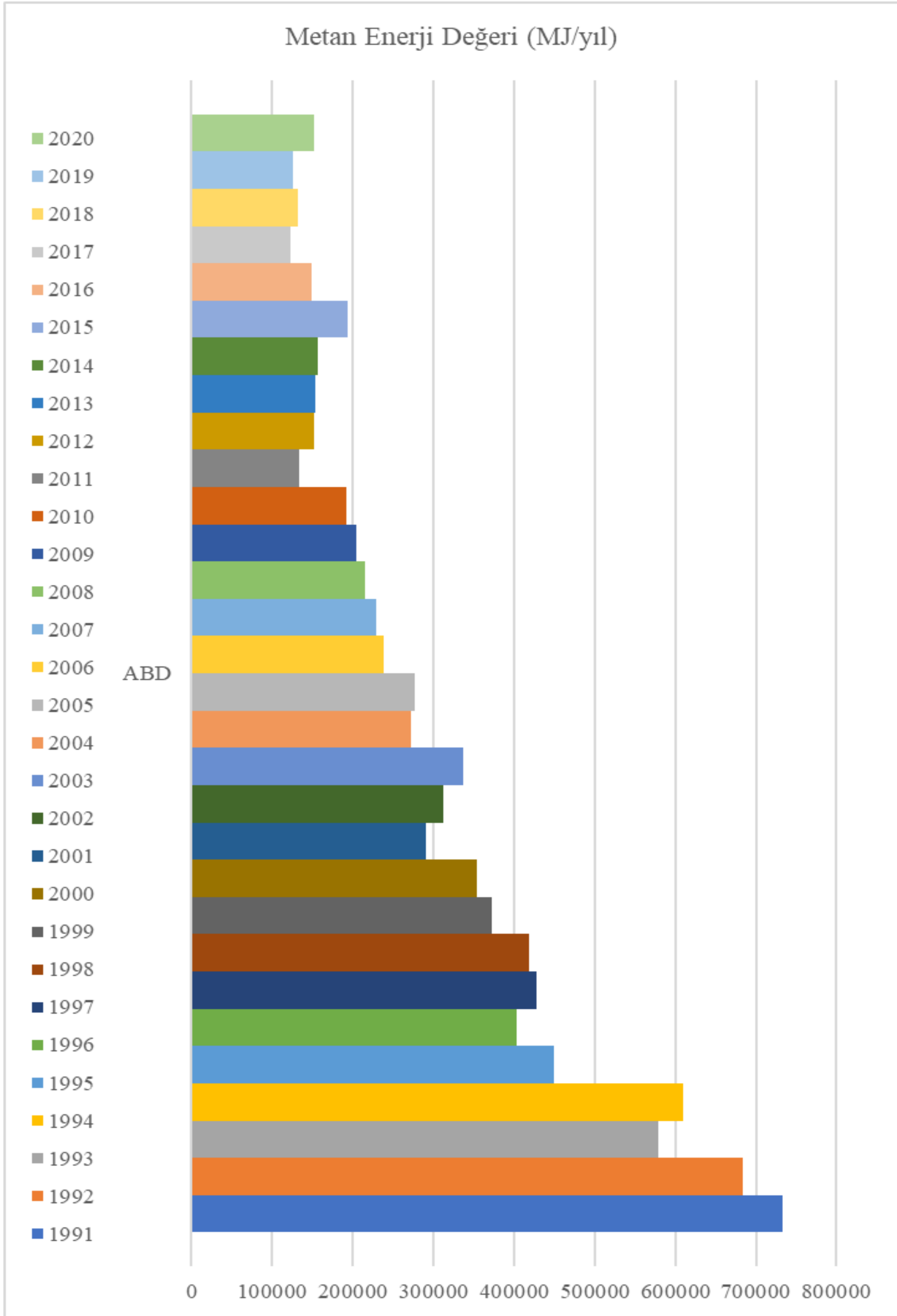
Şekil 38. Türkiye yulaf enerji potansiyeli değerleri

Tablo 77. ABD yulaf atık potansiyeli, kuru ve uçucu kuru madde değerleri

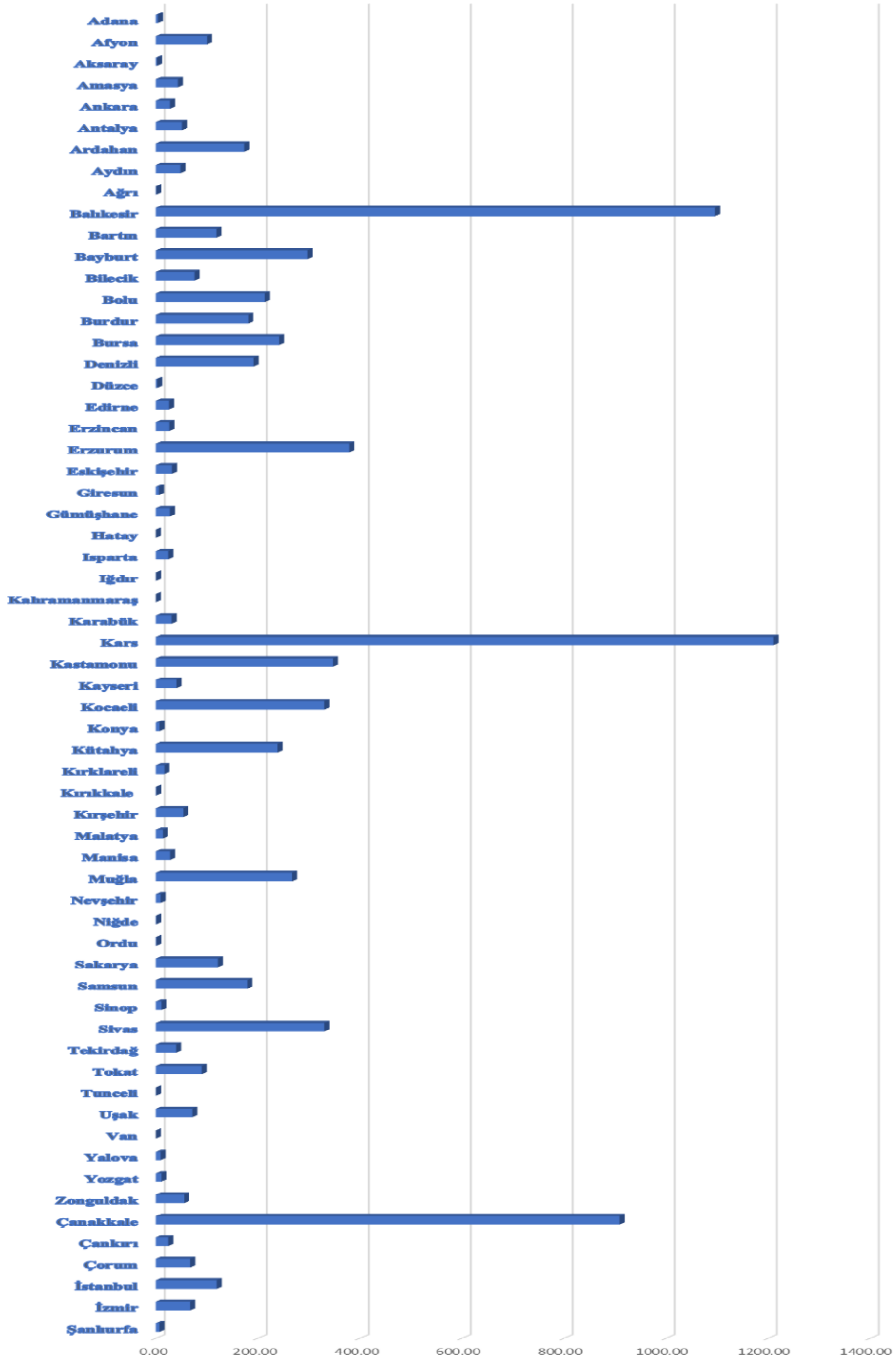
Ülkeler	Yıllar	Atık Potansiyeli (ton/yıl)	Kuru Madde (ton/yıl)	Uçucu Kuru Madde (m^3/yıl)
ABD	**1991**	93551.52	82325.34	81389.82
	1992	87335.52	76855.26	75981.90
	1993	73873.92	65009.05	64270.31
	1994	77856.00	68513.28	67734.72
	1995	57342.72	50461.59	49888.17
	1996	51573.60	45384.77	44869.03
	1997	54642.72	48085.59	47539.17
	1998	53458.08	47043.11	46508.53
	1999	47494.56	41795.21	41320.27
	2000	45163.20	39743.62	39291.98
	2001	37121.28	32666.73	32295.51
	2002	39976.80	35179.58	34779.82
	2003	43123.68	37948.84	37517.60
	2004	34712.64	30547.12	30200.00
	2005	35412.00	31162.56	30808.44
	2006	30381.12	26735.39	26431.57
	2007	29215.20	25709.38	25417.22
	2008	27467.04	24171.00	23896.32
	2009	26029.44	22905.91	22645.61
	2010	24611.52	21658.14	21412.02
	2011	16996.80	14957.18	14787.22
	2012	19522.08	17179.43	16984.21
	2013	19599.84	17247.86	17051.86
	2014	20104.80	17692.22	17491.18
	2015	24786.24	21811.89	21564.03
	2016	19017.12	16735.07	16544.89
	2017	15617.76	13743.63	13587.45
	2018	16802.88	14786.53	14618.51
	2019	16083.84	14153.78	13992.94
	2020	19502.88	17162.53	16967.51

Tablo 78. ABD yulaf metan gazı ve enerji potansiyeli değerleri

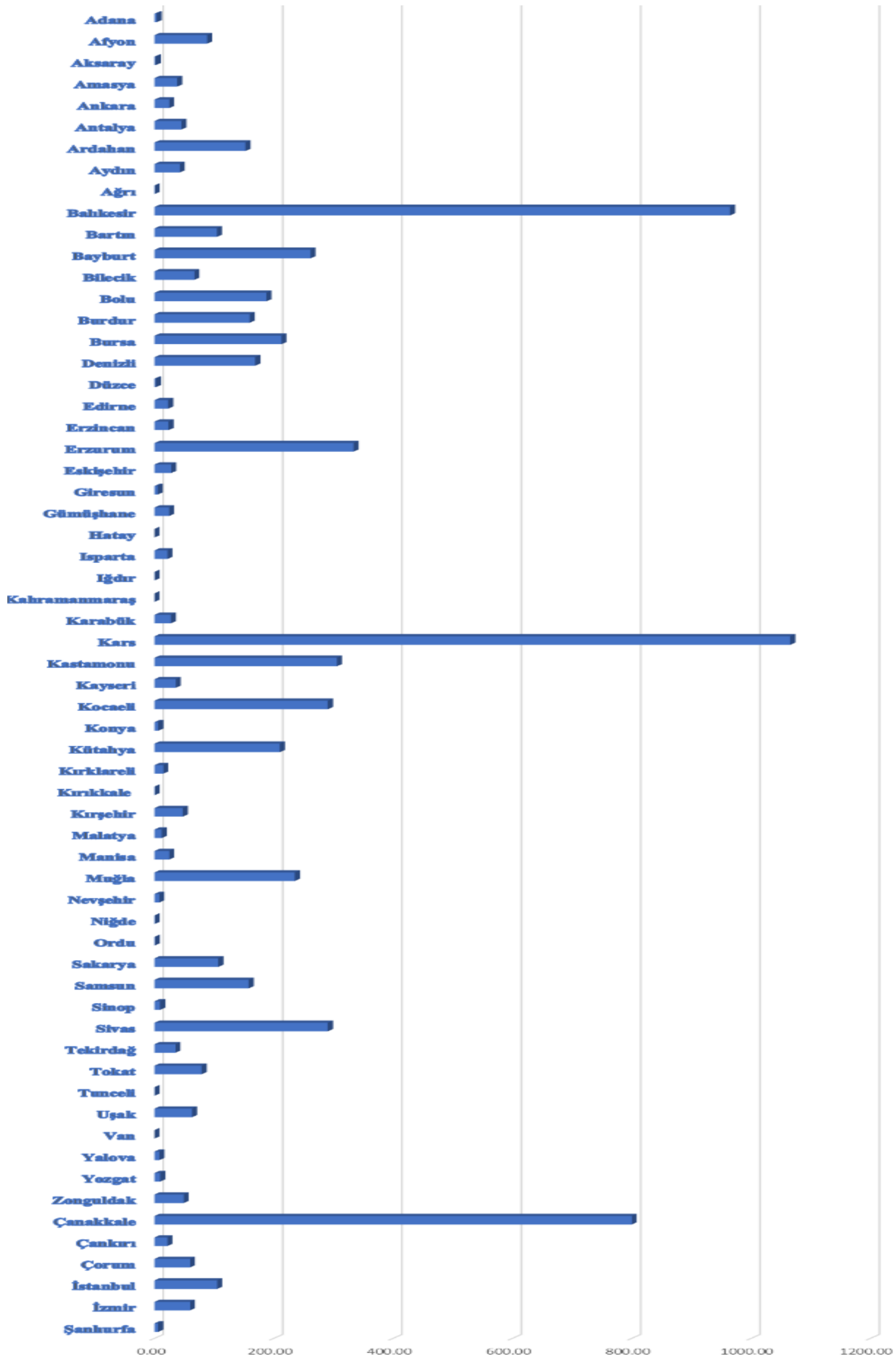
Ülkeler	Yıllar	Metan Gazı (m^3/yıl)	Elde Edilebilir Metan Enerji Değeri (MJ/yıl)
ABD	1991	20347.46	732508.40
	1992	18995.48	683837.12
	1993	16067.58	578432.79
	1994	16933.68	609612.48
	1995	12472.04	448993.50
	1996	11217.26	403821.29
	1997	11884.79	427852.50
	1998	11627.13	418576.77
	1999	10330.07	371882.40
	2000	9823.00	353627.86
	2001	8073.88	290659.62
	2002	8694.95	313018.34
	2003	9379.40	337658.41
	2004	7550.00	271799.97
	2005	7702.11	277275.96
	2006	6607.89	237884.17
	2007	6354.31	228755.02
	2008	5974.08	215066.92
	2009	5661.40	203810.52
	2010	5353.01	192708.20
	2011	3696.80	133084.94
	2012	4246.05	152857.89
	2013	4262.97	153466.75
	2014	4372.79	157420.58
	2015	5391.01	194076.26
	2016	4136.22	148904.05
	2017	3396.86	122287.06
	2018	3654.63	131566.55
	2019	3498.24	125936.47
	2020	4241.88	152707.55



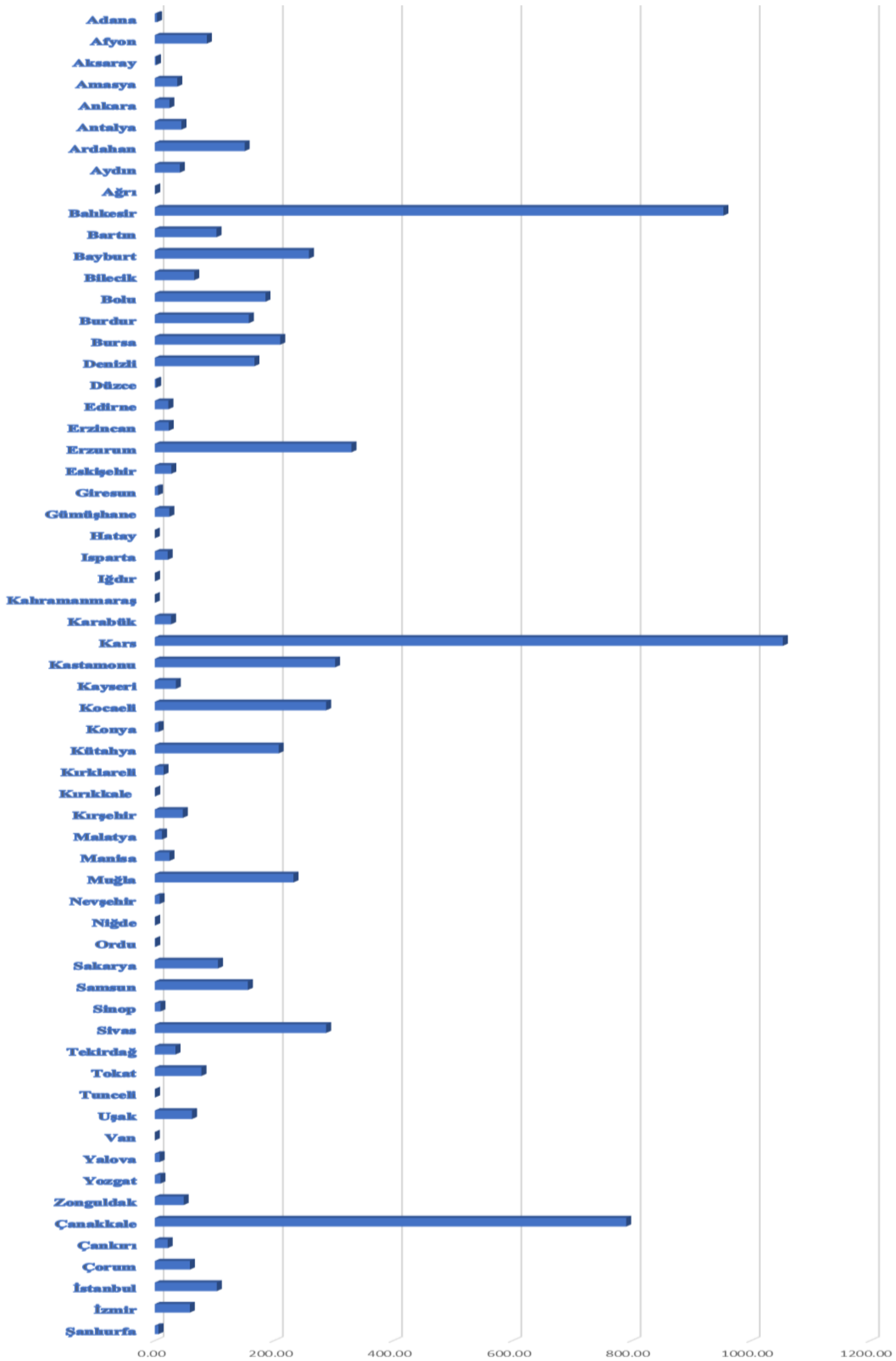
Şekil 39. ABD yulaf enerji potansiyeli değerleri



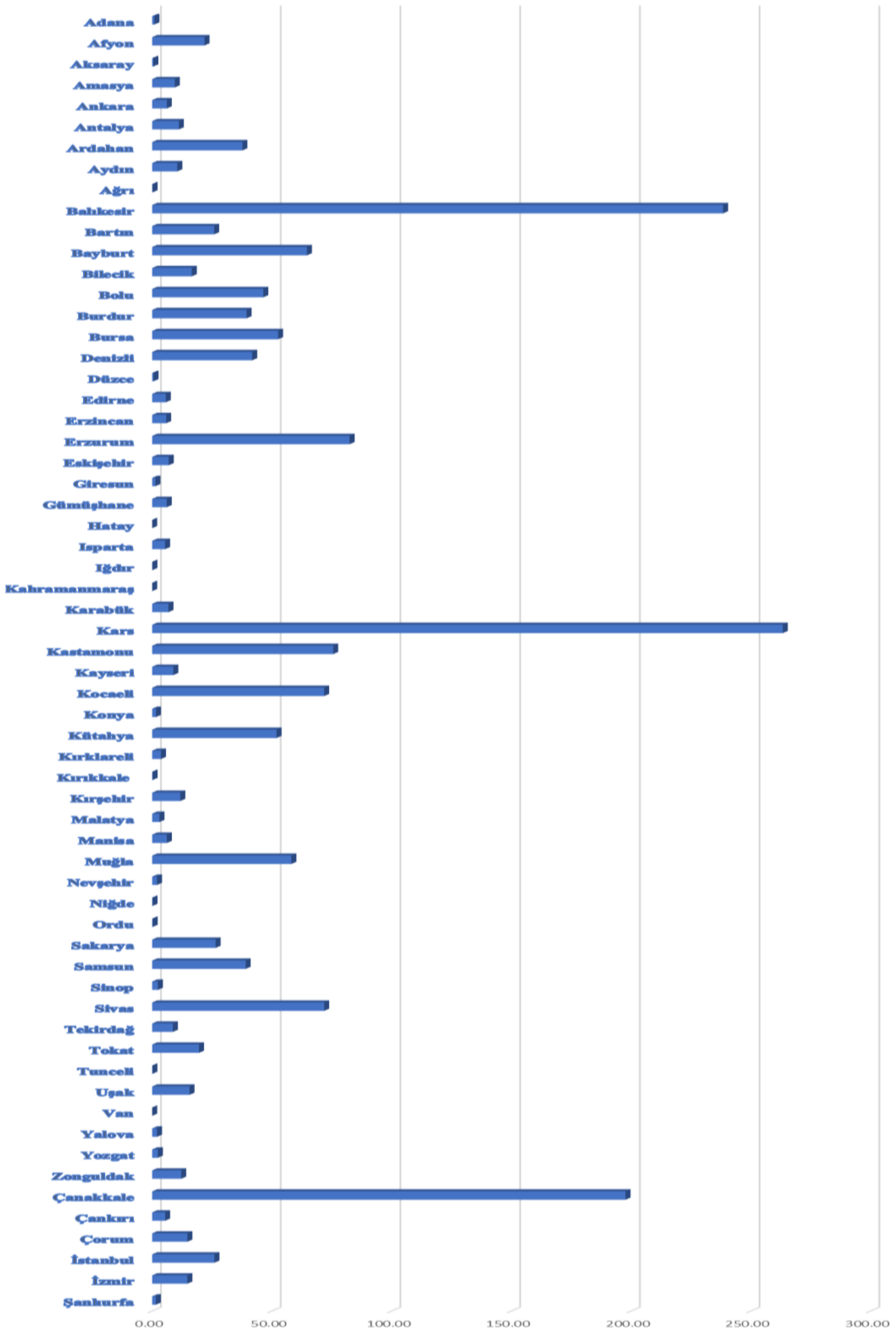
Şekil 40. İller bazında uzun yıllar ortalama yulaf atık potansiyeli (ton/yıl)



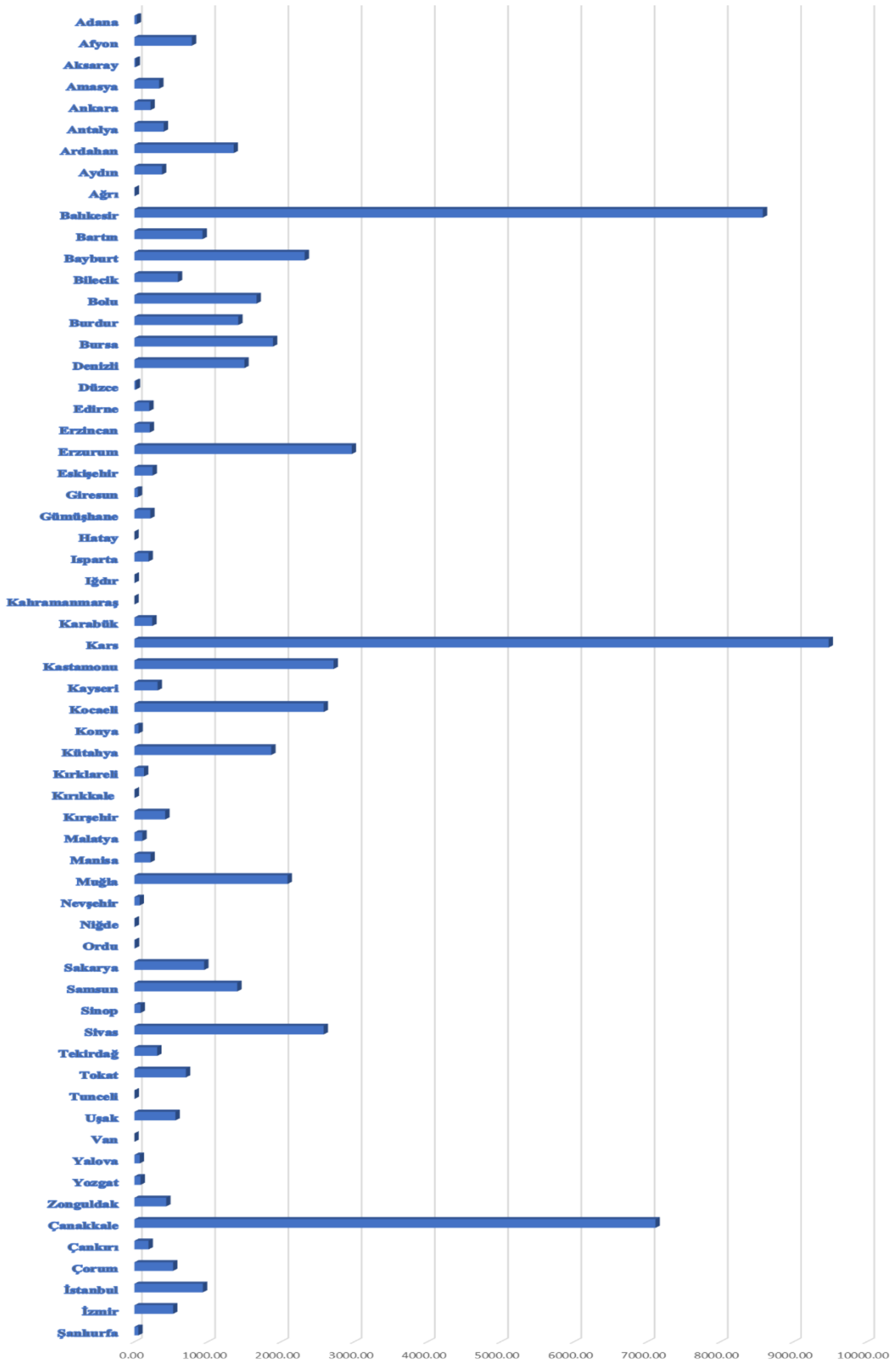
Şekil 41. İller bazında uzun yıllar ortalama yulaf özgül kuru madde (ton/yıl)



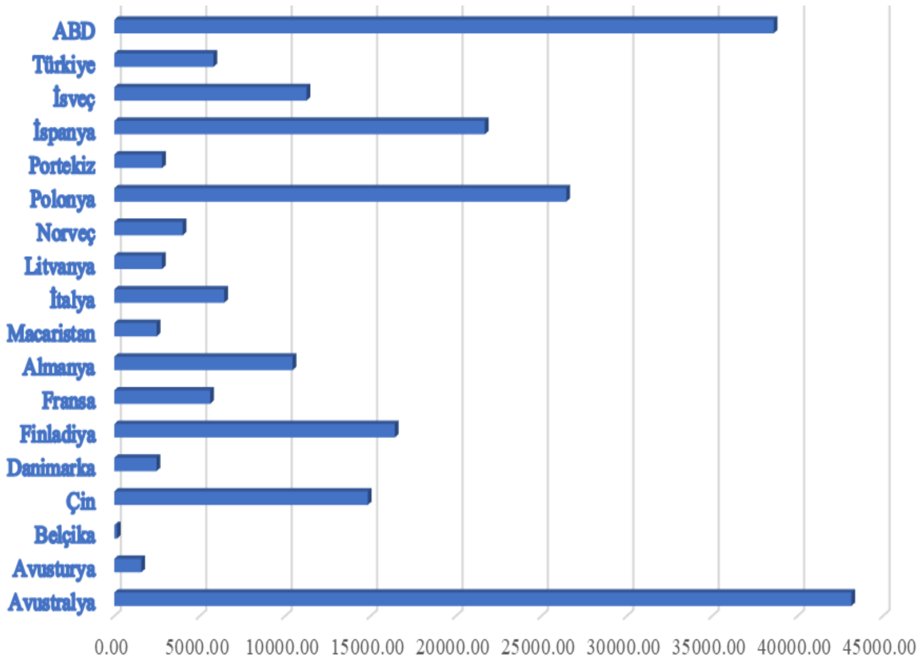
Şekil 42. İller bazında uzun yıllar ortalama yulaf özgül uçucu kuru madde (m^3/yıl)



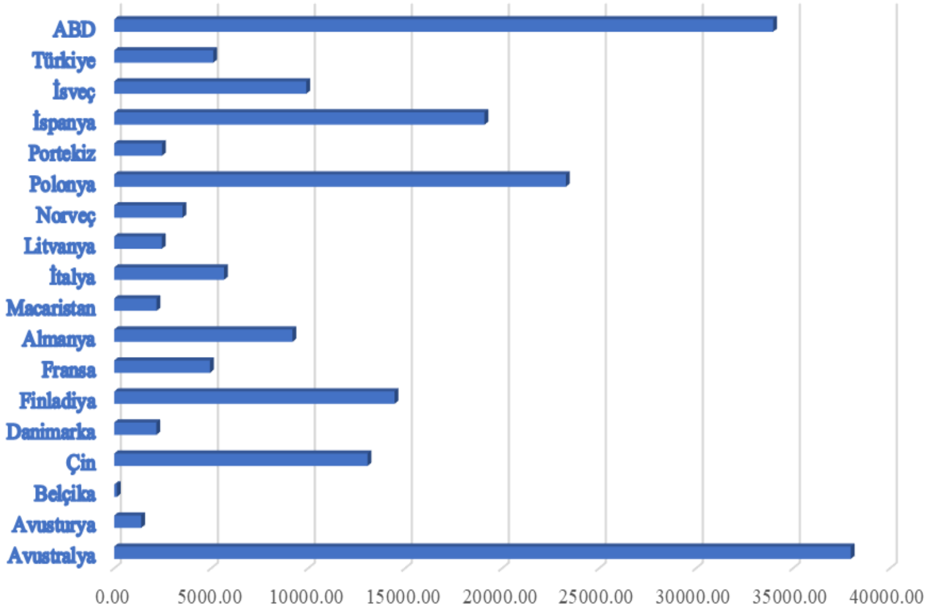
Şekil 43. İller bazında uzun yıllar ortalama yulaf özgül metan oranı (m^3/yıl)



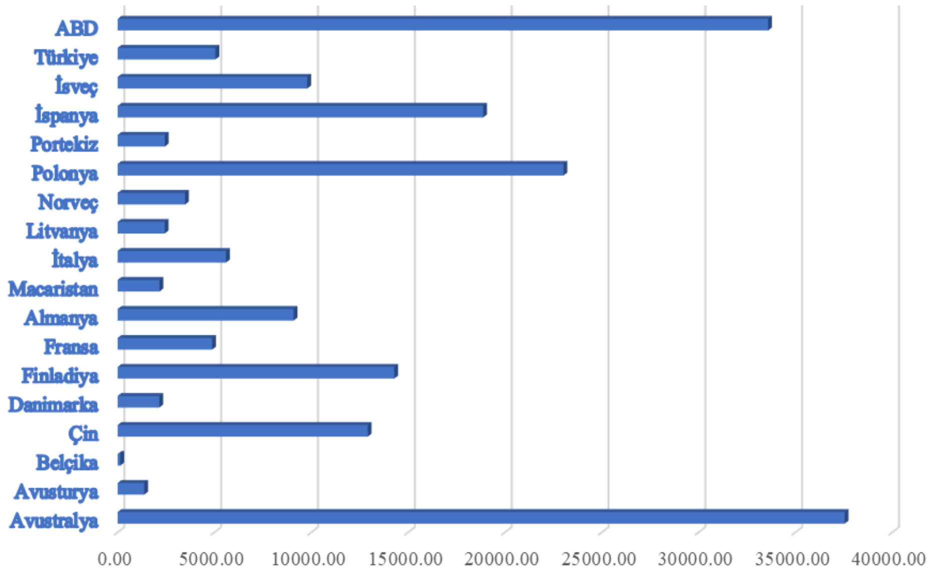
Şekil 44. İller bazında uzun yıllar ortalama yulaf metan enerji değeri (MJ/yıl)



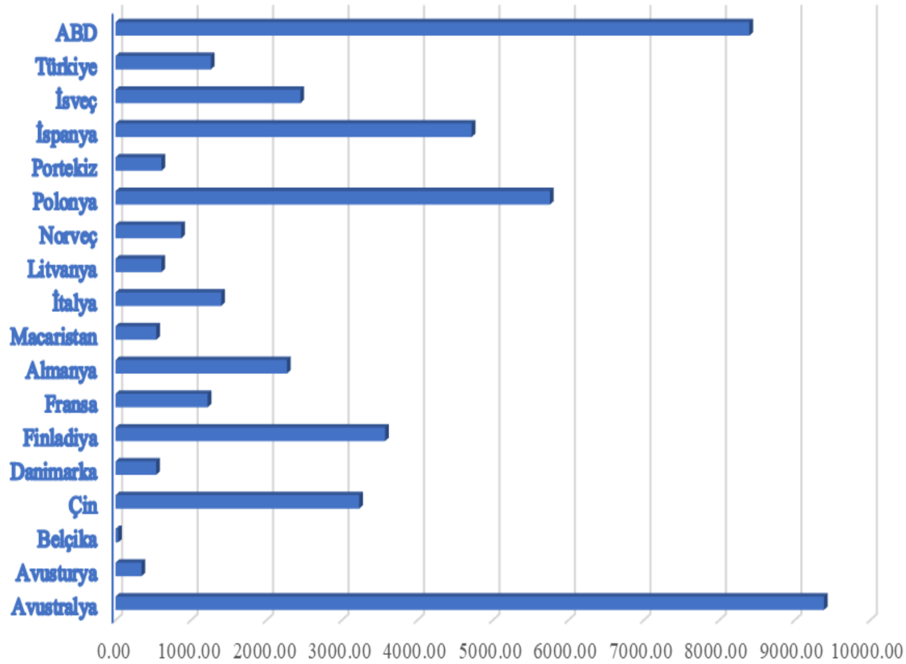
Şekil 45. Ülkeler bazında uzun yıllar ortalama yulaf atık potansiyeli (ton/yıl)



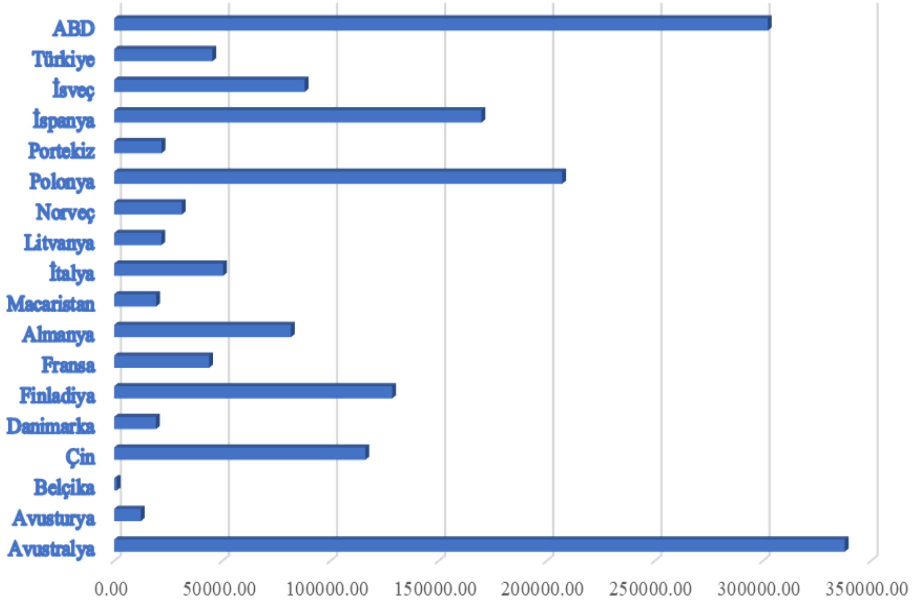
Şekil 46. Ülkeler bazında uzun yıllar ortalama yulaf kuru madde (ton/yıl)



Şekil 47. Ülkeler bazında uzun yıllar ortalama yulaf uçucu kuru madde (m^3/yıl)



Şekil 48. Ülkeler bazında uzun yıllar ortalama yulaf özgül metan oranı (m^3/yıl)



Şekil 49. Ülkeler bazında uzun yıllar ortalama yulaf metan enerji değeri (MJ/yıl)

4. SONUÇ

Dünyada artan enerji talebi ve fosil kaynakların azalması insanları yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına yöneltmektedir. Özellikle bitkisel, hayvansal ve evsel atıkların enerji üretiminde kullanılması küresel bazda enerji açığının azalmasında öncül rol oynamaktadır. Organik atıkların çevreye metan gazı emisyonu nedeniyle gösterdiği olumsuz etki tüm ülkeler tarafından bilinmekte olup, biyogaz tesisleri kurulumu ve biyometan üretiminin genellikle ısı ve elektrik enerjisi olarak kullanımı sivil toplum kuruluşları ve hükümetler tarafından desteklenmektedir. ABD, Almanya ve Çin gibi ülkeler biyogaz üretiminde elde edilen enerjinin farklı alanlarda kullanımını en etkin şekilde göstermektedirler. Dünyada ve Türkiye'de yulaf atık potansiyelinin yüksek olması biyogaz üretiminde etkili bir substrat olmasını sağlamaktadır. Özellikle Türkiye'de artan yulaf üretim kaynaklı yulaf artıklarının biyogaz tesislerinde substrat olarak kullanımı hammadde ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olacaktır. Balıkesir, Kars, Çanakkale illerinde yulaf artıklarından yüksek miktarda elde edilebilir metan enerji değeri sağlanabilir. Belirtilen illerde biyogaz tesislerinin kurulumu veya tesis sayısı artışı ülke ekonomisine olumlu katkı sağlayacak olup, küresel enerji alanında etkin ülkeler arasında girilmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Ko¨ttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S. ve Janssen, R. (2008). Biogas Handbook. BiG> East Project funded by the European Commission (EIE/07/214). University of Southern Denmark Esbjerg, Esbjerg, Denmark.

Amon, T. ve Boxberger, J. (1999). Organic wastes for co-digestion in agricultural biogas plants: guidelines and legal conditions in Austria. Proceedings of IEA Bioenergy Workshop: Hygienic and Environmental Aspects of Anaerobic Digestion: Legislation and Experiences in Europe, Stuttgart-Hohenheim, Germany, II, 86–94.

Angelidaki, I. ve Ahring, B. K. (2000). Methods for increasing the biogas potential from the recalcitrant organic matter contained in manure, Water Science and Technology, 41, 189–194.

Angelidaki, I. (2002). Environmental Biotechnology 12133. Environment and Resources DTU, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Denmark.

Angenent, L. T., Karim, K., Al-Dahhan, M. H., Wrenn, B. A. ve Domiguez-Espinosa, R. (2004). "Production of bioenergy and biochemicals from industrial and agricultural wastewater." Trends in Biotechnol, 22, 477-85.

Anonim. (2010). Einspeiseatlas, http://www.biogaspartner.de/index.php?id=10104 zuletzt besucht: 07/2010.

Anonim. (2018). https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth/an-introduction-to-biogas-and-biomethane.

Anonim. (2019). https://www.globalmethane.org/biogas/index.aspx

Arslan, E. ve Solak, A. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin ithalat üzerindeki etkisi. OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 10(17), 1380-1407. DOI: 10.26466/opus.521269.

Aybek, A., Üçok, S., İspir, M. A. ve Bilgili, M. E. (2015). Türkiye’de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(3), 109-120.

Bachmaier, H., Bayer, K., Gronauer, A., Friedl, G., Rauh, S. ve Pahl, H. (2009). Treibhausgasemissionen der Energieproduktion aus Biogas, Biogas Forum Bayern, Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V., Freising, Germany, www.biogas-forum-bayern.de

Bagge, E., Persson, M. ve Johansson, K. E. (2010). Diversity of spore-forming bacteria in cattle manure, slaughterhouse waste and samples from biogas plants. Journal of Applied Microbiology 109(5): 1549–65.

Cai, M., Liu, J. ve Wei, Y. (2004). "Enhanced Biohydrogen Production from Sewage Sludge with Alkaline Pretreatment." Environ Set Technol., 38, 3195-202.

Da Costa Gomez, C. (2013). 1-biogas as an energy option: an overview. In: Wellinger A, Murphy J, Baxter D, (Eds), The Biogas Handbook. Woodhead Publishing Series in Energy. Woodhead Publishing, pp. 1-16.

Eder, B. and Schulz, B. (2006). Biogas Praxis – Grundlagen, Planung, Anlagenplanung, Wirtschaftlichkeit, O¨kobuchverlag, Staufen bei Freiburg, Germany, www. oekobuch.de

Favoino, E. (2002). Drivers for separate collection in the EU, optimization and cost assessment of high capture schemes. Proceedings of EC Conference on Biological Treatment of Biodegradable Waste, Brussels, Belgium.

Hawkes, F. R., Dinsdale, R., Hawkes, D. L. ve Hussy, I. (2002). Sustainable fermentative hydrogen production: challenges for process optimization. Int. J. Hydrogen Energy, 27, 1339.

IPCC, (2007). Intergovernmental Panel on Climate Chance, Fourth assessment report: Climate change 2007, IPCC, Geneva, Switzerland.

Khalil, M., Berawi, M. A., Heryanto, R., Rizalie, A. (2019). Waste to energy technology: The potential of sustainable biogas production from animal waste in Indonesia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 105: 323-331.

Kim, J., Park, C, Kim, T. H., Lee, M., Kim, S., Kim, S. ve Wook, J. L. (2003). "Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge." J Biosci. Bioeng., 95, 271-5.

Kraemer, J. T., Bagley, D. M. (2007). "Improving the yield from fermentative hydrogen production." Biotechnol Lett., 29, 685-695.

Lay, J. J., Fan, K. S., Chang, J. ve Ku, C. H. (2004). "Influence of chemical nature of organic wastes on their conversion to hydrogen by eat-shock digested sludge." Int J Hydrogen Energy, 28, 1361-7.

Leano, E. P. ve Babel, S. (2011). "Effects of pretreatment methods on cassava wastewater for biohydrogen production optimization."

Renewable Energy, 39(1), 339-346. doi:10.1016/j.renene.2011. 08.030.

Lebuhn, M., Effenberger, M., Bachmaier, J. ve Gronauer, A. (2007). Biogastechnologie fu¨r Hygiene und Umwelt in wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten Information der Bayerische Landesanstalt fu¨r Landwirtschaft, Freising, Germany, http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/ informationen/ p_27458.pdf

Ling, C. J., Guang C. W., YanChuan, L., DaLing, Z. H. U. ve GuangHua, P. A. N. (2009). "Enrichment and hydrogen production by marine anaerobic hydrogen-producing microflora." Chinese Science Bulletin. doi: 10.1007/sll434-009-0399-5.

Liu, H., Wanga, G., Zhu, D. ve Pan, V. (2009). "Enrichment of the hydrogenproducing microbial community from marine intertidal sludge by different pretreatment methods." Int] Hydrogen Energy, 34, 9696-701.

Momayez, F., Karimi, K. ve Horvath I. S. (2018). Enhancing ethanol and methane production from rice straw by pretreatment with liquid waste from biogas plant. Energy Conversion and Management, 178: 290-298.

Mudhoo, A., Couper, J. E. R., Erdlac, R., Lieberman, N., Muhlbauer, W. K., Sherif, S. A., Dragoon, K., Islam, R., Martin, P., Nee, A. Y. C. ve Speight, J. G. (2012). Biogas production pretreatment methods in anaerobic digestion. Wiley, Scrivener Publishing, 1-346.

Murphy, J., Braun, R., Weiland, P. ve Wellinger, A. (2011). Biogas from Crop Digestion. IEA Bioenergy Task 37 publication. Available from: http://www.iea-biogas.net/_download/publi-task37/Update _Energy_crop_2011.pdf [Accessed 19 January 2012].

Öztürk, H. H. ve Başçetinçelik, A. (2006). Energy Exploitation of Agricultural Biomass Potential in Turkey. Energy Exploration & Exploitation, 24(4+5), pp. 313–330.

Ramos-Suarez, J. L., Ritter, A., Gonzalez, J. M. ve Perez, A. C. 2019. Biogas from animal manure: A sustainable energy opportunity in the Canary Islands. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 104: 137-150.

Ren, N. Q., Guo, W. Q. ve Wang, X. J. (2008). "Effects of different pretreatment methods on fermentation types and dominant bacteria for hydrogen production." International Journal of Hydrogen Energy, 33, 4318-24.

Ruiz, D., San Miguel, G., Corona, B., Gaitero, A. ve Dominquez, A. (2018). Environmental and economic analysis of power generation in a thermophilic biogas plant. Science of the Total Environment, 633: 1418-1428.

Rutz, D., Janssen, R., Hoffstede, U., Beil, M., Hahn, H., Kulisic, B., Juric, Z., Kruhek, M., Ribic, B., Haider, P., Gostomska, A., Nogueira, M. A., Martins, A. S., Martins, M., do Ce´u Albuquerque, M., Dzene, I., Niklass, M., Gubernatorova, I., Schinnerl, D., Ruszel, M. ve Pawlak, P. (2011). Organic waste for biogas production in urban areas. Proceedings of 19th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, Germany, 2125–2131, DOI: 10.5071/19thEUBCE2011-VP3.4.27.

Schrade, S., Oechsner, H., Pekrun, C. ve Claupein, W. (2003). Einfluss des Biogasprozesses auf die Keimfa¨higkeit von Samen, Landtechnik 2/2003 (S. 90–91), Hohenheim, Germany.

Sharma, S. K., Mishra, I. M., Sharma, M. P. ve Saini, J. S. (1988). Effect of particle size on biogas generation from biomass residues. Biomass, 17 (4): 251–263.

Sparling, R., Risbey, D. ve Poggi-Varaldo, H. M. (1997). "Hydrogen production from inhibited anaerobic composters." Int J Hydrogen Energy 22, 563-6.

Srikanth, S., Venkata M. S., Lalit B. V. ve Sarma P. N. (2010). "Metabolic shift and electron discharge pattern of anaerobic consortia as a function of pretreatment method applied during fermentative hydrogen Production." Int J Hydrogen Energy 35,10693-700.

Stronach, S. M., Rudd, T. ve Lester, J. N. (1986). The Biochemistry of Anaerobic Digestion. In: Anaerobic Digestion Processes in Industrial Wastewater Treatment. Biotechnology Monographs, vol 2. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-71215-9_1.

Steffen, R., Szolar, O. ve Braun, R. (1998). Feedstocks for Anaerobic Digestion. Available from: http://www.adnett.org/dl_ feedstocks.pdf [Accessed 19 January 2012].

Sung, S., Raskin, L., Duangmanee, T., Padmasiri, S. ve Simmons, J. J. (2002). "Hydrogen production by anaerobic microbial communities exposed to repeated heat treatments." In Proc 2002 US DOE. Hydrogen Program Review NREL/CP, 610-32405.

Taşova, M. ve Naneli, İ. (2020). Comparative Theoretical Analysis of Biomass and Energy Potentials of Usable Maize and Wheat Stalk Wastes: Example of Sakarya Province. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 8(11): 2460-2467. DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2460-2467.3783.

Thrash, J. C. ve Coates, J. D. (2008). "Review: direct and indirect electrical stimulation of microbial metabolism." Environ Sei Technol., 42, 3921-31.

Ullah Khan, I., Hafiz Dzarfan Othman, M., Hashim, H., Matsuura, T., Ismail, A. F. ve Rezaei Dasht Arzhandi, M. (2017). Biogas as a renewable energy fuel–a review of biogas upgrading, utilization and storage. Energy Convers Manage, 150: 277–94.

Venkata, M. S. (2008). "Fermentative hydrogen production with simultaneous wastewater treatment: influence of pretreatment and system operating conditions. Journal of Scientific and Industrial Research" (special issue on Biofuels II, invited review article), 67(11), 950-61.

Venkata, M. S., Mohanakrishna, G., Ramanaiah, S. V. ve Sarma, P.N., (2008). "Simultaneous biohydrogen production and wastewater treatment in biofilm configured anaerobic periodic discontinuous batch reactor using distillery wastewater." Int J Hydrogen Energy, 33, 550-8.

Venkata M. S., Lalit, B. V. ve Sarma, P. N. (2008). "Effect of various pretreatment methods on anaerobic mixed microflora to enhance biohydrogen production utilizing dairy wastewater as substrate." Biores Technol, 99, 59-67.

Venkata M. S., Veer R. S., Mohanakrishna, G., Srikanth, S. ve Sarma, P. N. (2009). "Optimization and evaluation of fermentative hydrogen production and wastewater treatment processes using data enveloping analysis (DEA) and Taguchi design of experimental (DOE) methodology." Int} Hydrogen Energy, 34, 216-226.

Venkata, M. S. (2010). "Waste to renewable energy: a sustainable and green approach towards production of biohydrogen by acidogenic fermentation." In Om, S., Steve, H. eds., Sustainable Biotechnology: Renewable Resources and New Perspectives. Springer, 129-164.

Venkata, M. S., Mohanakrishna, G. ve Srikanth, S. (2011). "Biohydrogen production from industrial effluents (Chapter 23)." In Pandey, A., Steven, C, Ricke, Larroche, C, Dussap, C-G.,

Gnansounou, E., eds., *Biofuels:* Alternative Feed stocks and Conversion Processes, Academic Press and Elesiver Inc., 499-524.

Wellinger, A., Murphy, J. ve Baxter, D. (2013). The biogas handbook. Science, production and applications. IEA Bioenergy. Woodhead Publishing Series in Energy, no: 52, New Delhi.

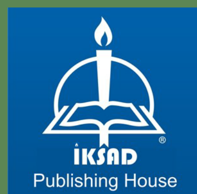
Wheatley, A. D. (1991). Anaerobic Digestion: A Waste Treatment Technology. Elsevier Applied Science Press, London. ISBN: 1851665269 9781851665266

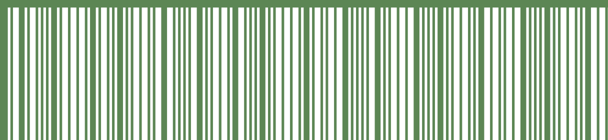
Yentekakis, I. V. ve Goula, G. (2017). Biogas management: advanced utilization for production of renewable energy and added-value chemicals. Frontiers in Environmental Science, 5(7), https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00007

Zafar, S. (2008). Anaerobic Digestion of Biomass. Available from: http://www. alternative-energy-news.info/anaerobic-digestion-biomass/ [Accessed 12 January 2012].

Zhang, R., El-Mashad, H. M., Hartman, K., Wang, F., Liu, G., Choate, C. ve Gamble, P. (2006). Characterization of food waste as feedstock for anaerobic digestion, Bioresource Technology, 98, 929–935. Available from: http://www.zjubiolab.zju. edu.cn/wumin/userfiles/lab-paper/000292-20101226120531.pdf [Accessed 12 January 2012].

Zhu, H. ve Beland, M. (2006). "Evaluation of alternative methods of preparing hydrogen producing seeds from digested wastewater sludge." Int J Hydrogen Energy, 31, 1980-8.





ISBN: 978-625-8323-03-0